ÜBER DAS
BLUTGEFÄSS- UND NERVENSYSTEM DER AEOLIDIDAE UND TRITONIADAE

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER VEREINIGTEN FRIEDRICHS-
UNIVERSITÄT HALLE-WITTENBERG

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

VORGELEGT

VON

THOMAS FREDERICK DREYER
AUS KAPSTADT

MIT 4 FIGUREN IM TEXT UND TAFEL XVI—XIX

Halle a. S.
1910

Sonderdruck aus: »Zeitschrift für wissensch. Zoologie« XCVI. Bd. 3. Heft.

Referent: Prof. Dr. **Haecker.**

Lebenslauf.

Ich, T. F. Dreyer, Protestant, britischer Staatsangehöriger, wurde am 7. Mai 1885 auf der Farm Kaaimanskloof, Bezirk Koeberg, Kapland, geboren als Sohn des Farmers Melt van der Spuy Dreyer und seiner Gemahlin Elisabeth geb. de Villiers. Ich besuchte von Januar 1890 bis Ende 1894 „The First class Public School, Riebeck West", von Januar 1894 bis Ende 1894 „The High School" zu d'Urbanville, von Januar 1895 bis Mitte 1899 „The Normal College High School" zu Kapstadt, von Mitte 1899 bis Ende 1901 „The South African College High School" zu Kapstadt, woselbst ich die Matrikulation bestand. Danach besuchte ich „The South African College" zu Kapstadt und erwarb den Grad Baccalaureus artium der Universität des Kaps der guten Hoffnung. Von Anfang 1906 bis Juli 1907 war ich im „Agricultural Department" zu Kapstadt als „Assistant Entomologist" tätig und wurde Oktober 1907 bei der philosophischen Fakultät der Universität Halle a. S. eingeschrieben. Ich habe die Vorlesungen und Practica der folgenden Herren Professoren und Dozenten besucht:

in Kapstadt: Dendy, Beattii, Crawford, Gilchrist, Hahn, Pearson;

in Halle: Bauch, Brüel, Ebbinghaus†, Grenacher, Haecker, Küster, Menzer, Karsten, Noll†, Vorländer,

und möchte denselben an dieser Stelle meinen besten Dank aussprechen. Zu besonderem Dank fühle ich mich verpflichtet, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Grenacher, Herrn Prof. Dr. Haecker, sowie vor allem Herrn Privatdozent Dr. Brüel, der mir seine liebenswürdige Unterstützung in reichstem Maße zuteil werden ließ.

Einleitung.

Fast unsre gesamte jetzige Kenntnis von der Struktur der Nudibranchier wurde auf dem Wege der Zergliederung erzielt. Die wenigen Autoren, die die Methode der Serienschnitte angewendet haben, taten das nur, um besondere Fragen zu beleuchten; als Ergebnis dieser Methode haben wir eine gute Kenntnis der gröberen Morphologie dieser Tiere erhalten, doch unsre Erfahrungen über die feineren Strukturen sind noch nicht ausreichend genug.

In der großen Gruppe der Äolidier fiel dieser Mangel genauerer Kenntnis am meisten auf, und infolgedessen war kein Versuch unternommen worden, die verschiedenen Subfamilien in nähere Beziehungen zueinander zu bringen.

Vorliegende Untersuchung wurde in der Hoffnung begonnen, daß es mir möglich sein würde, eine solche Klassifikation zu unternehmen. Obgleich mir das nicht gelungen ist, woran die geringe Zahl der untersuchten Tiere schuld ist, so ist es doch ein Anfang in dieser Richtung, und ich beabsichtige, die Untersuchungen hierüber später fortzusetzen.

Da das Nerven- und Circulationssystem am wenigsten bekannt waren und gerade diese von höchster stammesgeschichtlicher Bedeutung sind, so beanspruchten sie in erster Linie unsre Aufmerksamkeit, und deshalb sollen sie in dieser Arbeit allein behandelt werden.

Die untersuchten Tiere sind: *Tritonia plebeia*, *Marionia quadrilatera*, *Janus cristatus*, *Coryphella lineata*, *Rizzolia peregrina*, *Facelina drummondi*, *Calma cavolini* und *Favorinus albus*.

Herrn Dr. L. Brüel, Privatdozent an der Universität Halle a. S.,

auf dessen Anregung ich diese Arbeit unternahm, bin ich für seine Hilfe und für das Material, das er mir zur Verfügung stellte, zu großem Danke verpflichtet. Ferner habe ich zu danken der British Association for the Advancement of Science und Herrn Geheimrat Dr. Dohrn für die Erlaubnis, in der Zoologischen Station in Neapel zu arbeiten, ebenso den Herren dieses Instituts für ihre freundliche Bereitwilligkeit, mir bei meinen Untersuchungen zu helfen und mich mit Material zu versorgen.

Circulationssystem.

Alder und Hancock (9)[1] haben uns eine ausgezeichnete Beschreibung des Herzens mit seinen hauptsächlichen Venen und Arterien gegeben, und auf sie folgende Autoren sind nicht imstande gewesen, irgendwelche Tatsachen von Bedeutung zu der bisherigen Kenntnis hinzuzufügen. Auch ich selbst bringe nur wenig Neues.

Es ist schon immer eine vielumstrittene Frage gewesen, ob die Arterien der Mollusken von einem eigentlichen Epithel umgeben sind oder nicht; mir ist es nicht möglich gewesen, irgend eine Spur eines solchen Epithels zu sehen. Sowohl alle Arterien als auch die Venen und Lacunen sind von einem Netzwerk umgeben, das aus einem Lager sehr stark verzweigter Zellen besteht (Taf. XVI, Fig. 9). Die größeren Arterien besitzen außerdem noch Muskelzellen an der Außenseite dieses Netzwerkes.

Außerdem haben die Teile der vorderen und hinteren Aorta in der Nähe des Herzens außer diesem Muskellager, das mit dem des Herzens zusammenhängt, einen andern Muskelring, der sich um den ersten herumlegt. Dieser letztere leitet sich ab von der Muskelwand des Pericardiums und steht so in Verbindung mit den Muskeln der Körperwand. Bevor ich an die Beschreibung des Herzens mit seinen Gefäßen gehe, werde ich zunächst noch einige Worte sagen über die verschiedenen Sinus, über deren Verbindung mit den Arterien und Venen bis jetzt sehr wenig bekannt ist.

Bei den Äolidiern erstreckt sich der Sinus (Taf. XVI, Fig. 1, 2 *B.C*), den wir »Körperhöhle« nennen können, über die ganze Länge des Körpers und umschließt den Genitalsinus (Taf. XVI, Fig. 1 *G.S*) und den Pharyngealsinus (Taf. XVI, Fig. 8 *S*) in seinem vorderen Teil; bei den Tritoniaden (Taf. XVI, Fig. 1 u. 2) ist diese »Körperhöhle« in zwei Teile gespalten: einen vorderen (*B.C*), der den Genital- und

[1] Die Zahlen hinter den Namen geben die Nummer unsres am Ende befindlichen Literaturverzeichnisses wieder.

Pharyngealsinus einschließt, und in einen hinteren (Lebersinus), in dem die Leber und Zwitterdrüse liegen und von der die zuführenden Branchialvenen ihren Ursprung nehmen (Taf. XVI, Fig. 7).

Der Genitalsinus ist ein großer Sack, der zwischen die Lappen der Schleimdrüse und die distalen Teile der Genitalgänge eingefaltet ist (Taf. XVI, Fig. 6 *G.S*). Morphologisch betrachtet, ist er einfach ein gewaltig erweiterter Ast der vorderen Arterie, in dem das Netzwerk (Taf. XVII, Fig. 11) sehr viel gröber ist und offene Stellen besitzt, durch die das Blut den Genitalsinus verlassen kann, um in die »Körperhöhle« einzutreten.

Im Pharynx befindet sich ein System von verzweigten Lacunen, die gleichfalls bloß starke Erweiterungen der vorderen Arterie darstellen; dieser Pharyngealsinus öffnet sich in die »Körperhöhle« durch zwei ziemlich große Öffnungen, die an jeder Seite des Pharynx gerade an der Stelle liegen, wo der Oesophagus seinen Anfang nimmt (Taf. XVI, Fig. 8 *O*).

»Körperhöhle«: Der Name »Körperhöhle« ist von den Autoren aus Bequemlichkeitsrücksichten gebraucht worden. Wie wohl bekannt ist, ist sie keine Körperhöhle im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern nur ein Sinus. Bei den Tritoniaden ist die Körperwand kompakt und von der »Körperhöhle« durch eine Membran gut abgesetzt, die derjenigen gleicht, welche die Arterien umgibt (Taf. XVI, Fig. 9); das Maschenwerk ist nur nicht so dicht wie bei diesen. Bei den Äolidiern ist die begrenzende Membran noch viel zarter und poröser; sie kann sogar fehlen (z. B. in der Gegend des Fußes), so daß das Blut der »Körperhöhle« leicht zwischen die Muskeln der Körperwand eindringen kann.

Der Lebersinus der Tritoniaden ist ein großer Sack, dessen umgebende Membran direkt mit der der verschiedenen Zweige der hinteren Arterie zusammenhängt und wie deren Membran aus verästelten Zellen zusammengesetzt ist. Die Leber und die Zwitterdrüse scheinen in diesem Sinus zu liegen, in Wirklichkeit jedoch liegen sie außerhalb desselben (gerade wie die Schleimdrüse außerhalb des Genitalsinus liegt). Daß dies der Fall ist, erkennt man daran, daß auf Querschnitten eine Membran vorhanden ist, die den ganzen Sinus einschließt; und daß außerdem sich noch andre Membranen um die verschiedenen Leberlappen und Geschlechtsfollikel finden. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß sich die Arterie zum Lebersinus erweitert hat, sondern nur, daß wahrscheinlich die die Follikel ursprünglich umgebende Körperwand sich an dieser Stelle in zwei Membranen gespalten hat.

Das Nephridium liegt dicht auf der dorsalen Wand des Lebersinus und bildet seitliche Falten, die den Sinus fast vollständig einschließen. Die innere Wand des Nephridiums ist so in inniger Berührung mit dem Blut im Lebersinus, und die es zusammensetzenden Zellen sind bei der Excretion am meisten tätig. Sie sind immer hoch und enthalten umfangreiche Concretionen, während die Zellen der Außenwand der Niere klein sind und nur ganz geringe Concretionen enthalten. Bei den Äolidiern ist ein Lebersinus wegen der Decentralisation von Leber und Niere nicht vorhanden.

Das Herz mit seinen Arterien und Venen.

Die Größe, Gestalt und Lage dieses Organs ist bereits so gut bekannt, daß es unnötig ist, länger bei diesem Punkte zu verweilen. Der Klarheit wegen jedoch muß ich die verschiedenen Gefäße erwähnen. Das will ich in der Weise tun, daß ich sie eins nach dem andern beschreibe, und zwar in der Richtung, in der das Blut strömt.

Die Herzkammer liegt gewöhnlich in der Mittellinie des Körpers; nur bei den Tritoniaden liegt sie, wie PELSENEER (3) bemerkte, nach der rechten Seite zu. In Zusammenhang hiermit will ich noch hinzufügen, daß die vordere Arterie, wie weiter unten beschrieben werden wird, immer an der rechten Körperseite gelegen ist.

Die Aorta teilt sich an ihrer Ursprungsstelle in die vordere und hintere Arterie. Die vordere Arterie gibt Zweige ab nach dem Genitalsinus (Taf. XVI, Fig. 6), dem Enddarm und zum Penis (Taf. XVI, Fig. 4 *PP*). Hiernach verläuft sie nach vorn um die rechte Seite des Pharynx herum, biegt sich dann ungefähr in der Mitte dieses Organs nach unten und verläuft dann in seiner ventralen Mittellinie nach vorn.

Bei den Tritoniaden konnte das vordere Ende der Arterie nicht verfolgt werden, da der Pharynx so hart ist, daß alles in seiner Nähe liegende Gewebe auf den Schnitten zerrissen ist; bei den Äolidiern gibt die Arterie, sobald sie in die Mittellinie des Körpers gelangt ist, folgende Zweige ab:

erstens: einen Zweig nach dem Fuß (Taf. XVI, Fig. 3, 4 *Pe.A*);

zweitens: entweder ein einziges Paar (Taf. XVI, Fig. 4 *Ph.A*) oder mehrere Paare (Taf. XVI, Fig. 3 *Ph.A*) von Arterien zum Pharynx;

drittens: habe ich bei *Facelina drummondi* eine unpaare Arterie gefunden, die zur Radula geht (*R.A*).

Nach vorn endet die Arterie in dem lockeren Gewebe, das den Mund umgibt.

Hintere Arterie: Bei den Äolidiern ist kein Lebersinus vorhanden, dagegen sendet die hintere Arterie Zweige nach der Zwitterdrüse, und von diesem Organ fließt das Blut in die »Körperhöhle«, von der aufsteigende Kiemenvenen nach den Papillen gehen. Bei den Tritoniaden ergießt die hintere Arterie ihr Blut in den Lebersinus, der mit der »Körperhöhle« nicht in direkter Verbindung steht; die aufsteigenden Kiemenvenen gehen vom Sinus aus (Taf. XVI, Fig. 1, 2 und Fig. 7).

Es sind keine besonderen Nierenarterien oder -Venen vorhanden. Bei *Tritonia* umschließt der nichtverzweigte Nierensack mit seinen seitlichen Ausfaltungen die hintere Arterie und deren Zweige sowie den Lebersack. Die Innenwände des Sackes sowohl wie seiner Ausfaltungen vollführen, da sie so dem zugeführten Blut am nächsten liegen, den größten Teil der excretorischen Funktionen (Taf. XVI, Fig. 7). Auch bei *Eolis* umschließt der Nierensack die hintere Arterie in einer von ihm gebildeten Falte; aber der größte Teil der funktionellen Tätigkeit ist ohne Zweifel in den Nierenverzweigungen zu suchen, die in der Haut am Grunde der Cerata liegen, und zwar in unmittelbarer Nähe der zu- und abführenden Kiemenvenen (Taf. XVI, Fig. 10 *N*).

Respiratorische Venen der Cerata.

Herdman (15) hält die Cerata nur insofern für wichtig für die Sauerstoffversorgung des Blutes, als sie die respiratorische Oberfläche vergrößern. Er findet die Venen oder Lacunen in ihnen nicht ausgedehnter, als die in den andern Teilen der Körperwand, und sucht vielmehr die hauptsächlichste Funktion der Papillen in ihren mimetischen bzw. Warnfarben.

Hecht (16) hat durch Injektionen ein so ausgedehntes und untereinander wohlverbundenes System von Lacunen in den Cerata gefunden, daß er überzeugt ist, daß diese Organe eine besondere respiratorische Funktion haben müssen. Ich teile diese Ansicht Hechts, da auch ich gefunden habe, daß diese Gefäße in den Papillen viel größer sind, als die Lacunen der Körperwand und außerdem Organe besitzen, die man als »accessorische Herzen« bezeichnen kann. Diese »Herzen« der Kiemenvenen liegen an der Basis der Papillen; sie dürfen nicht mit den Sphinctermuskeln der Papillen verwechselt werden, die außerdem noch die ganzen Papillen an der Basis umgeben.

Von den Cerata wird das Blut durch die abführenden Kiemenvenen in die Pleuralvenen geleitet, die es in den Vorhof ergießen. Schon Alder und Hancock (9) setzten auseinander, daß das Herz gemischtes Blut (venöses und arterielles) enthielte, da die Pleuralvenen nicht nur

die abführenden Kiemenvenen, sondern auch zahlreiche kleine Zweige von der Körperwand aufnehmen.

Dies ist jedoch keine Quelle von Verunreinigung, denn das Blut wird hierdurch wohl mit Luft versehen, da ja auch die ganze Körperwand eine geringe respiratorische Funktion besitzen muß.

In Wirklichkeit jedoch muß das im Herzen befindliche Blut teilweise sauerstoffarm sein, da ich gefunden habe, daß die Venen an verschiedenen Stellen in offener Verbindung mit der »Körperhöhle« stehen (Taf. XVI, Fig. 1, 2, 3, 4 *X*). Solche Öffnungen liegen entweder nur in den vorderen Teilen der Pleural- und Pedalvenen (*Tritonia* Fig. 1, 2 *x*) oder in der vorderen Pleuralvene und auch in den Verbindungen zwischen den hinteren Pleuralvenen (*Facelina* Fig. 3 *x*) oder nur in dem hinteren Ende der Pleuralvene (*Coryphella* Fig. 4 *x*).

Von den Äolidiern sind drei Pleuralvenen beschrieben worden: zwei vordere und eine hintere; die Tritoniaden haben vier solche. *Facelina* bildet, wie aus einer Vergleichung meiner Abbildungen (Taf. XVI, Fig. 2, 3, 4) klar hervorgeht, eine Bindeglied zwischen diesen beiden Typen; ihre beiden hinteren Pleuralvenen nämlich liegen ganz dicht zusammen und sind in kurzen Abständen miteinander verbunden (Taf. XVI, Fig. 3).

Die Pleuralvenen können an jeder Seite eine Pedalvene aufnehmen (Taf. XVI, Fig. 1, 2 *P.V*).

Bei den Tritoniaden habe ich eine merkwürdige Verdickung in den Wänden der zuführenden Kiemenvenen gefunden. Sie liegt gerade an der Stelle, wo diese den Lebersinus verlassen (Fig. 1 u. 7 *B.D*). Die in Frage kommenden Zellen werden größer, wuchern in das Lumen der Venen hinein und werden schließlich frei. Diese Organe sind wahrscheinlich »Blutdrüsen«; die aus ihnen hervorgehenden Blutkörperchen finden sich entlang dem ganzen Verlauf des Vascularsystems.

Die Circulation.

Obgleich ich in der Beschreibung der verschiedenen Gefäße sie mehr oder weniger in der Reihenfolge aufgeführt habe, in der das Blut in seinem Laufe vom und zum Herzen sie erreicht, so will ich doch hier eine kurze Skizzierung des Blutkreislaufes geben.

Facelina ist, wie schon oben erwähnt worden ist, eine Zwischenform zwischen den Tritoniaden und den höherstehenden Äolidiern; diese beiden Extreme stehen jedoch so weit voneinander entfernt, daß ich sie ganz getrennt beschreiben will.

Tritonia (Taf. XVI, Fig. 1, 2). Vom Herzen wird das Blut durch die vordere Arterie in den Genital- und Pharyngealsinus und zu dem lockeren Gewebe geführt, das den Enddarm umgibt. Von dem letzteren Organ dringt das Blut in die »Körperhöhle«, während es von den Sinus dieselbe Höhle entweder durch unregelmäßige (Genitalsinus) oder regelmäßige (Pharyngealsinus, Fig. 8 *O*) Öffnungen erreicht. Die Öffnungen des Pharyngealsinus liegen dorsalwärts gerade unter dem Centralnervensystem, während dorsalwärts über diesen Ganglien die Öffnungen der »Körperhöhle« in die Pleuralvenen liegen. Das Centralnervensystem wird so von einer großen Blutmenge umspült, und zwar dadurch, daß das Blut von der Arterie durch den Pharyngealsinus um und über das Centralnervensystem läuft, um dann durch die Pleuralvenen zum Herzen zurückzugelangen. Auch unter dem Pharynx hat die »Körperhöhle« eine Öffnung in jede der beiden Pedalvenen, die mit den Pleuralvenen in Zusammenhang stehen.

Die hintere Arterie bildet mehrmals Verzweigungen und tritt dann in den Lebersinus ein, aus dem, wie schon oben erwähnt, die zuführenden Kiemenvenen das Blut zu den Cerata hinleiten; von diesen führen abführende Kiemenvenen in die Pleuralvenen.

Jede Pleuralvene empfängt so:

1) halb mit Luft gesättigtes Blut, und zwar in seinem ganzen Laufe durch kleine Lacunen der Körperwand;

2) venöses Blut direkt aus der »Körperhöhle« und auch durch die Pedalvenen (durch die Öffnungen *x*, Fig. 1, 2, 3, 4).

3) arterielles Blut von den Cerata; dieses Blut ist durch die Niere gereinigt und durch die Leber mit Nährstoffen angereichert.

Die Pleuralvenen münden in den Vorhof und schließen so den Blutkreislauf.

Bei den Tritoniaden haben wir also, wie aus dem oben angeführten sich ergibt, zwei ganz verschiedene Kreisläufe, deren Blut nur in den Pleuralvenen sich miteinander mischt, gerade bevor diese in den Vorhof eintreten. In dem einen Falle pumpt die vordere Arterie das Blut vorwärts, und die Pleural- und Pedalvenen führen es direkt zum Herzen zurück, in dem andern Falle wird es durch die hintere Arterie nach rückwärts geleitet und fließt durch die Cerata in die Pleuralvenen und das Herz.

Bei den Äolidiern wird das Blut sowohl durch die vordere als die hintere Arterie in die »Körperhöhle« ergossen. Wo nun dieselben vorderen Öffnungen in den Pleuralvenen, wie bei den Tritoniaden, bestehen, da würde das Blut einfach der Linie des geringsten

Widerstandes folgen und durch diese Öffnungen in das Herz eindringen, ohne durch die Cerata hindurchgegangen zu sein. Um dies zu verhindern, sind die »accessorischen Herzen« ausgebildet, mit deren Hilfe das Blut in die Cerata gesaugt werden kann. *Facelina* steht auf dieser Stufe, *Coryphella* dagegen ist weiter modifiziert, indem die vorderen Öffnungen in den Pleuralvenen nicht mehr vorhanden sind.

Bei *Facelina* und *Coryphella* stehen die hinteren Pleuralvenen mit der »Körperhöhle« in Verbindung.

Nervensystem.

Was ich über das Nervensystem zu sagen habe, will ich in drei Kapitel einteilen; zuerst werde ich den centralen Teil beschreiben, dann die periphere Verteilung der Nerven, und schließlich werde ich einige allgemeine Bemerkungen über die Struktur des gesamten Nervensystems machen, und zwar über das centrale sowohl als das periphere.

Technik. Ehe ich jedoch mit dem beschreibenden Teil beginnen kann, muß ich an dieser Stelle einige Bemerkungen über die Technik, die ich angewendet habe, einschalten. Ich habe die meisten gebräuchlichen Farblösungen benutzt, um eine Färbung derart zu erzielen, daß ich die Nerven leicht durch eine Serie von Schnitten verfolgen konnte. Doch die damit erzielten Resultate befriedigten mich keineswegs; die einzige Methode, mit der ich überhaupt genügende Ergebnisse erzielte, war eine Modifikation des gewöhnlichen Eisenhämatoxylins nach Heidenhain. Auch die gebräuchliche Eisenhämatoxylinmethode nach Heidenhain gibt manchmal eine gute Nervenfärbung, meistens jedoch färben sich auf diese Weise nur die Ganglienzellen, wohingegen die Nervenfasern mehr oder weniger ungefärbt bleiben. Mit meiner Modifikation dieser Methode kann man sicher sein, stets die Nervenfasern schwarz zu färben, meist sogar sehr intensiv. Auch gewisse Muskeln, wahrscheinlich diejenigen, die sehr stark contractil sind, wie z. B. die des Pharynx, des Herzens, des Penis, der Arterien usw. nehmen eine schwarze Färbung an; sie können aber leicht durch ihre Struktur von den Nerven unterschieden werden.

Das Verfahren, das ich anwendete, ist folgendes: Die Tiere werden zuerst in einer 1%igen Kokainlösung betäubt, dann ungefähr 2 Stunden in einem Formol-Salzwasser-Pikrinsäuregemisch fixiert, das ich von von Prof. Mayer vom Aquarium in Neapel erhielt und das, wie ich glaube, folgende Zusammensetzung besitzt:

15 Teile mit Pikrinsäure gesättigtes Salzwasser, 5 Teile Formol (40 % Formaldehyd), 1 Teil Eisessig.

Nach der Behandlung mit diesem Gemisch kommen die Tiere ungefähr 8 Tage lang in die folgende Lösung:

$2^1/_2$ g Eisenalaun, 5 ccm Formol (40 % Formaldehyd), 100 ccm Aqua dest.

Dann werden sie in 30 %igem Alkohol ausgewaschen, gehärtet, entwässert und auf dem gewöhnlichen Wege eingebettet, in Schnitte von 5 μ Dicke zerlegt und genau wie bei der gewöhnlichen Heidenhain-Methode behandelt, mit der Ausnahme, daß die obige Eisenalaun-Formolmischung angewendet wird anstatt des Heidenhainschen Alauns. Ich lasse gewöhnlich die Schnitte 12 Stunden lang sowohl in dem Eisenalaun wie im Hämatoxylin.

Meine besten Resultate wurden auf die oben beschriebene Weise erzielt, aber mit dieser Färbungsmethode erzielt man auch gute Ergebnisse bei andern Konservierungsmethoden. Mit dieser Methode erhielt ich wiederholt Präparate, die klar erwiesen, daß die peripheren Endigungen der Nerven in die Zellen des »Bindegewebes« übergehen. Um zu zeigen, daß es die Nervenfasern waren und nicht die Zellen der Nervenscheide, mußte ich auch specifische Nerventinktionen anwenden, und zu diesem Zwecke benutzte ich das Methylenblau. Mit Hilfe eines sehr fein ausgezogenen Glastubus injizierte ich eine 1 %ige Lösung dieses Farbstoffes in das lebende Tier, und zwar durch den Mund. Das Tier wird dann eine Stunde lang in gut durchlüftetes Seewasser zurückgebracht, herausgenommen und in Leitungswasser ausgewaschen. Dann wird es geöffnet und wieder gründlich mit Leitungswasser gespült, um zu verhindern, daß der Farbstoff auskristallisiert. Läßt man nun das Tier der feuchten Luft ausgesetzt, so geht die Farbe nach und nach aus den Muskeln heraus und tritt in die Nerven ein. Wenn die Differenzierung das richtige Stadium erreicht hat, was man von Zeit zu Zeit unter dem Mikroskop zu kontrollieren hat, so fixiere man mit Ammoniumpikrat und bewahre das Präparat in Gummi-arabicum-Zuckerlösung nach Apáthy auf. Diese Methode der Fixierung und Aufbewahrung ziehe ich bei weitem der Phosphormolybdänatmethode vor, da sie, im Gegensatz zu dieser, Muskeln und Nerven sehr gut differenziert, indem bei ihrer Anwendung die ersteren lila und die letzteren tiefblau gefärbt werden.

Centralnervensystem.

Da meine sämtlichen Resultate durch Rekonstruktionen von Serienschnitten erhalten wurden, kann ich natürlich sehr wenig über die Formen und Proportionen der verschiedenen Ganglien sagen;

doch ist dieser Mangel von keiner weiteren Bedeutung, da die älteren Untersucher ihre Aufmerksamkeit hauptsächlich diesem Punkte zuwandten, der infolgedessen schon sehr gut erforscht ist.

Die Literatur bis 1877 ist bei v. Ihering (1) zu finden; ich werde nur die neueren Autoren erwähnen, sowie solche Angaben der älteren Forscher, die durch spätere Untersuchungen noch nicht bestätigt bzw. widerlegt sind.

Ich werde den Ausdruck Commissur unterschiedlos für Commissuren und Connective gebrauchen, da, wie v. Ihering auseinander gesetzt hat, es keinen fundamentalen Unterschied zwischen den beiden gibt; eine Commissur ist nämlich imstande jederzeit durch das Auftreten accessorischer Ganglien in ihrem Verlauf ein Connectiv zu werden.

Die folgenden sind die Commissuren zwischen den Ganglien des Centralnervensystems.

Die Intercerebralcommissur verbindet die Cerebroidganglien (Cerebral-Pleuralganglien) über dem Oesophagus; sie ist so kurz, daß die beiden Ganglien fast ganz aneinander liegen, und sie ist immer aus drei verschiedenen Faserbündeln zusammengesetzt, wie es für *Calma cavolini* unter dem Titel »innere Anatomie des Centralnervensystems« weiter unten beschrieben werden soll.

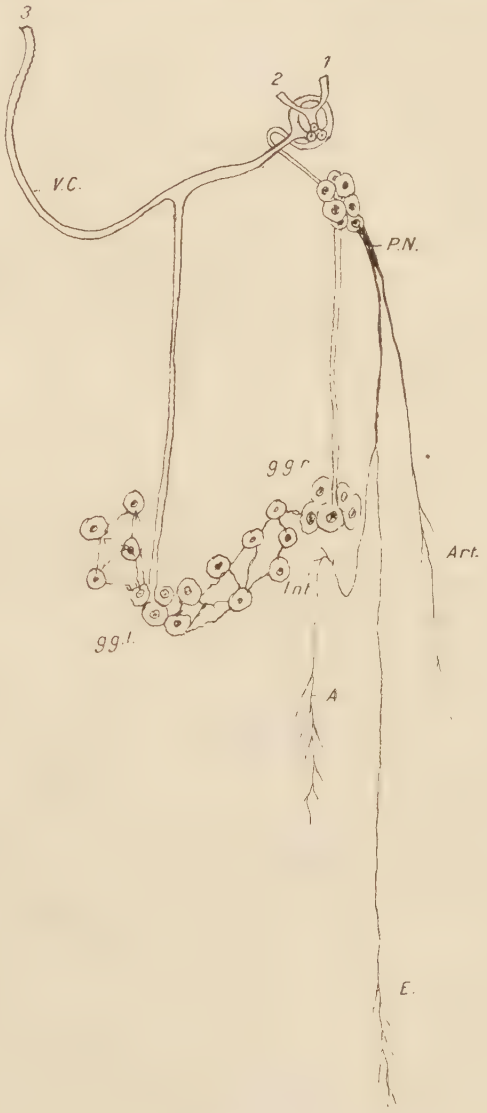
Die Cerebropedal- und Pleuro- (oder Viscero-) pedalcommissuren sind immer gekreuzt. Die erstere verläßt den obersten Teil des Cerebropleuralganglions vor der Pleuropedalcommissur, aber sie läuft mehr direkt nach rückwärts, so daß sie in das Pedalganglion an der inneren, ventralen Seite der Pleuropedalcommissur eintritt; diese letztere ist immer mit einem kleinen Nerven (Taf. XVII, Fig. 17 Pl_1) verbunden, der eine Anzahl von Ganglienzellen nahe an seinem proximalen Ende haben kann. Beide Commissuren sind sehr kurz (Fig. 5, 12, 13, 14).

Die Visceralcommissur, von andern Autoren, z. B. MacFarland (2), auch Pleuralcommissur genannt, ist ein ziemlich langer Strang, der gewöhnlich die pleuralen Teile der Cerebroidganglien an ihren hinteren Enden verläßt, aber auch ventralwärts nahe bei den Pleuropedalcommissuren seine Ursprungsstellen haben kann (Taf. XVI, Fig. 5 *V.C*). *Janus cristatus* unterscheidet sich dadurch von allen andern untersuchten Tieren, daß die Visceralcommissur dem Cerebroidganglion an der linken Seite, wie gewöhnlich, mit einer Wurzel anhängt; an der rechten Seite jedoch bildet sie ziemlich komplizierte Windungen, die Ganglienzellen enthalten, und tritt in das Cerebroidganglion mittels

zweier Wurzeln ein: einer dorsoposterioren und einer ventroposterioren (Textfig. 1).

Bei den meisten der untersuchten Arten besitzt die Visceralcommissur in ihrem Verlauf eine kleine Gruppe von Ganglienzellen und gibt eine wechselnde Anzahl von asymmetrischen Nerven ab, die weiter unten besprochen werden sollen.

In Verbindung mit der Visceralcommissur möchte ich noch erwähnen, daß Lacaze-Duthiers (20) die gewöhnliche Meinung nicht teilt, nach der bestimmte Pleural-, Parietal- und Visceralcentren vorhanden seien, und zwar jedes mit seinem bestimmten Innervationsgebiet; er sieht diese ganze Reihe von Ganglien als ein Centrum an und nennt es das asymmetrische Centrum im Gegensatz zu den symmetrischen Buccal-, Cerebral- und Pedalcentren. Die Zahl der Ganglien in dem asymmetrischen Centrum wechselt; immer sind vorhanden zwei symmetrische Ganglien, die gewöhnlich Pleuralganglien genannt werden, und meistens drei andre, asymmetrisch angeordnete. Die Mantel- und Visceralnerven brauchen nicht von irgend einem besonderen dieser Ganglien zu entspringen und können sogar von den zwischen ihnen befindlichen Commissuren ihren Ausgang nehmen.

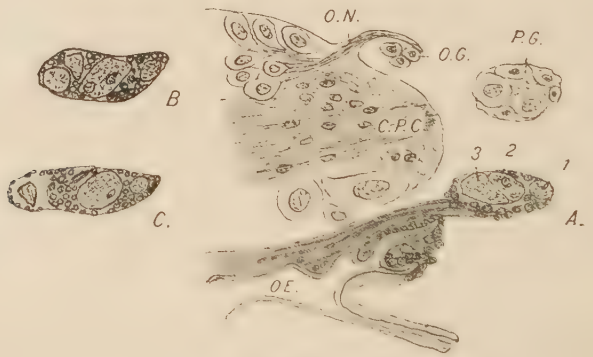


Textfig. 1.

Nach dieser Anschauung ist es von geringerer Wichtigkeit, zu versuchen, die Homologie des kleinen Ganglions, das meist in der Visceralcommissur der Äolidier gefunden wird, zu verfolgen; es kann irgend eins der drei Mittelganglien des asymmetrischen Centrums sein; daß es das Homologon eines der vorderen Ganglien (Pleuralganglion) sei, ist unwahrscheinlich, da diese schon bei den Bullidae ganz dicht am Cerebralganglion liegen. Man könnte nun sagen, daß dieses kleine Visceralganglion der Äolidier neu erworben sei, da wir bei *Tritonia* ein solches Ganglion nicht finden. Aber gegen diese Ansicht spricht die Tatsache (wenn wir Pelseneers Klassifikation als das Richtige annehmen), daß auch bei den Doridídae, den andern Abkömmlingen der *Tritonia*-ähnlichen Vorfahren, ein solches Visceralganglion gefunden wird.

Die Pedalcommissur ist bei den Äolidiern ziemlich lang und bei den Tritoniaden noch viel länger. In ihr sind von mir keine Ganglienzellen aufgefunden worden.

Die Buccalcommissuren sind immer lang; bei den Äolidiern ist jeder Strang einfach, während bei den Tritoniaden die Commissur sofort bei ihrem Austritt aus dem Cerebralganglion einen Nerven abspaltet, der sie den ganzen Weg zum Buccalganglion begleitet; die



Textfig. 2.

Commissur mit diesem Nerven, wie auch verschiedene andre Nerven, die späterhin von der Commissur abgegeben werden, sind in eine Muskelscheide eingeschlossen (Textfig. 2 *A.B.C*); diese letzteren Verzweigungen der Commissur innervieren die Muskelscheide, die sie umgibt, und können auch wieder in die Commissur eintreten. Der Nerv, der zuerst abgegeben wird, läuft nach rückwärts an den Buccalganglien seitwärts vorbei, und tritt, immer noch mit der Muskelscheide, in den

Pharynx ein. Die Buccalcommissur verläßt die Muskelscheide gerade, bevor sie in das Buccalganglion eintritt.

Neben den oben beschriebenen Commissuren werden noch zwei andre allgemein beschrieben: eine zwischen den Pedalganglien und eine andre zwischen den pleuralen Teilen des Cerebroidganglions. Diese beiden haben sehr verschiedene Namen von den verschiedenen Autoren erhalten, und ich muß sie einer Besprechung unterziehen, um Verwirrung zu vermeiden. Von Ihering (1) war der erste, der die Ausdrücke »subcerebral« und »parapedal« gebrauchte, welche beiden Namen er in bezug auf eine Interpedalcommissur anwendete.

Auf S. 161 seiner »Anatomie und Phylogenie der Mollusken« definiert er »subcerebral« wie folgt: ». . . . welche ich als Subcerebralcommissur bezeichne, tritt aus dem Cerebralganglion, wobei sie aber eine Strecke weit durch das Pedalganglion hindurchtritt, so daß sie äußerlich aus diesem hervorkommt und scheinbar aus ihm entspringt«. Eine solche »Subcerebralcommissur« findet er bei seinen »Phanerobranchiern«. Sie begleitet die Pedalcommissur, umgibt die Pedalarterie nicht und besitzt keinen von ihr ausgehenden Nerven.

Auf S. 163 desselben Werkes definiert v. Ihering die Parapedalcommissur als eine Anastomose zweier Pedalnerven; eine solche Parapedalcommissur findet er bei seinen »Steganobranchiern« und »Branchiopneusten«; sie ist länger als die Pedalcommissur, umgibt die Pedalarterie und läßt einen Nerven aus sich hervorgehen.

Gegenwärtig haben diese Bezeichnungen ihre Bedeutung gänzlich geändert: Pelseneer (3) ist der Ansicht, daß die Subcerebralcommissur v. Iherings als Parapedalcommissur angesehen werden kann, die nach und nach kürzer geworden ist und ihren Nerven verloren hat; er nennt diese Interpedalcommissur »parapedal« und wendet die Bezeichnung »subcerebral« auf eine feine Commissur an, welche die Cerebroidganglien unter dem Oesophagus vereinigt.

Ich werde die Bezeichnungen »subcerebral« und »parapedal« dem Vorgange Pelseneers gemäß anwenden.

Bergh (4) gebrauchte 1877 die Bezeichnung Commissura pediaecerebralis, 1882 die Bezeichnung Subcerebropedalcommissur und auch einfach Subcerebralcommissur. In allen Fällen beabsichtigt er damit, die Pedal- plus Parapedalcommissur zu bezeichnen, was man leicht bei einer Prüfung seiner Figuren von verschiedenen Centralnervensystemen, z. B. des von *Acanthopsole lugubris* (5), sehen kann. Nur 1891 benutzte Bergh (6) den Ausdruck subcerebral in dem Sinne, in dem v. Ihering ihn gebraucht, d. h. für die Parapedalcommissur (Pelseneer).

Trinchese (7) wendet den Namen Subcerebralcommissur immer für die Parapedalcommissur (Pelseneer) an.

Eine Parapedalcommissur (Fig. 5, 13, 14 *P.P.C*) ist, wie wohl bekannt ist, immer bei den Äolidiern und Tritoniaden vorhanden; sie ist von derselben Länge wie die Pedalcommissur, ist jedoch viel dünner.

Eine Subcerebralcommissur, d. h. eine die Cerebroidganglien unter dem Oesophagus verbindende Commissur, ist von verschiedenen Autoren für *Marionia*, *Tritonia*, *Pleurobranchea*, *Phyllirhoë*, *Tethys* und eine Anzahl andrer Nudibranchier beschrieben worden. Vayssière (8) beschrieb eine solche Commissur auch für *Facelina coronata*.

Ich erwartete, sie wenigstens bei *Tritonia* und *Marionia* zu finden, für welche Genera sie von verschiedenen Autoren beschrieben worden ist, doch ist es mir nicht möglich gewesen, sie bei irgend einem der von mir untersuchten Tiere aufzufinden.

Ich habe eine solche Commissur weder bei den Äolidiern [bei dieser Gruppe sollen nur *Facelina coronata* nach Vayssière (8) und *Acanthopsole lugubris* nach der Figur von Bergh (5) eine solche Subcerebralcommissur besitzen], noch bei den Tritoniaden, von deren Vertretern man allgemein annimmt, daß sie eine solche Commissur haben, aufgefunden.

Die beiden oben erwähnten Äolidier gehören zu den Facelininae. Diese Gruppe steht, sowohl was das Circulationssystem als auch das Nervensystem anbelangt, in der Mitte zwischen den andern von mir untersuchten Äolidiern und den Tritoniaden.

Ich selbst habe *Facelina drummondi* studiert und habe nicht vermocht, wie schon oben erwähnt, eine Subcerebralcommissur oder irgend etwas, was in Zergliederungen dafür gehalten werden könnte, zu finden.

Bei den Tritoniaden ist es möglich, daß der Nerv, der, wie schon weiter oben bemerkt wurde, die Cerebrobuccalcommissur begleitet, für eine besondere (eben die fragliche Subcerebral-) Commissur angesehen worden ist.

Ich bin in meiner Ansicht, daß die Äolidier und Tritoniaden keine Subcerebralcommissur besitzen, durch die Tatsache bestärkt worden, daß weder v. Ihering (seine Subcerebral- wird von mir nach Pelseneer Parapedalcommissur genannt) noch Alder und Hancock (9) sie beschreiben, obgleich ihre Beschreibungen in der Reihe der besten stehen, die wir besitzen.

Nervenwurzeln im Centralnervensystem.

(Hierzu Taf. XVI, Fig. 5 und Taf. XVII, Fig. 13.)

Entgegen der Ansicht, die ich mir nach einem Studium der Abbildungen des Centralnervensystems gebildet hatte, wie sie von Bergh, Trinchese, Alder und Hancock, Pelseneer, Vayssière und andern gegeben worden sind, fand ich dieselben Nerven stets in allen den Genera wiederkehren. Der einzige Unterschied zwischen der Zahl der Nerven bei den Äolidiern und Tritoniaden ist der, daß die beiden letzten Pedalnerven (*P.3* und *P.4*) der letzteren Gruppe in der ersteren nur durch einen einzigen (*P.3*) repräsentiert werden. In der Gruppe der Äolidier selbst besteht noch der Unterschied, daß *C.4* wie z. B. bei *Facelina* und *Calma* fehlen kann.

Der cerebrale Teil des Cerebroidganglions gibt außer einem optischen und akustischen Nerven vier Nerven ab; der pleurale Teil läßt einen Nerven aus seinem hinteren Ende und einen aus der Pleuropedalcommissur entspringen.

Periphere Verteilung der Nerven.

(Hierzu Fig. 5, 12, 13, 14.)

C. 1 ist einer der dicksten Nerven und verläßt das Cerebralganglion (d. h. den cerebralen Teil des Cerebroids) etwas dorsal an seinem vorderen Ende; er läuft nach vorn entlang dem äußeren oberen Rande des Pharynx zu der Basis des Rhinophors, wo er in ein ziemlich großes Ganglion anschwillt, das wohlbekannte Rhinophorganglion. Von dem letzteren geht eine Anzahl von dicken Nerven in den Rhinophor hinein. Bei *Calma cavolini* wird ein schmaler Nerv von der Basis des Rhinophorganglions nach der inneren hinteren Basis des Rhinophors abgegeben.

C. 1 besitzt bei allen untersuchten Äolidiern einen feinen Strang, der ihn mit dem später zu beschreibenden Nerven *Pl. 1* verbindet. Diesen Verbindungsstrang werde ich die »äußere Commissur« nennen.

Bei *Tritonia plebeia* gibt *C. 1* nahe an seinem Ursprung einen kleinen Nerven ab (Fig. 13); der Hauptast geht zum Rhinophorganglion, während der kleine nach vorn in die Rhinophorscheide verläuft; aus dieser Scheide konnte ein kleiner Nerv (Fig. 13 *S. 1*) bis zum optischen Nerven verfolgt werden, und es sind zweifellos diese beiden Nerven, die Ihering für den optischen Nerven selbst hielt. Er sagt nämlich, daß bei *Tritonia hombergii* der optische Nerv nicht wie

gewöhnlich nahe der Ursprungsstelle der Cerebrobuccalcommissur entspringt, sondern von dem Rhinophornerven oder von dem Cerebralganglion nahe der Basis des letzteren. Ich habe die Verbindung zwischen den beiden oben erwähnten Nerven nicht gefunden, aber mein Material war nicht sehr gut, und ich schließe aus einem Vergleich mit den untersuchten Äolidiern, daß sie wahrscheinlich miteinander verbunden sind, so daß wir auch bei den Tritoniaden eine »äußere Commissur« haben würden.

C. 2 ist etwas dünner als *C. 1* und verläßt das Cerebroidganglion etwas mehr nach hinten zu. Er verläuft entlang der Seite des Pharynx, gibt einen schwachen Zweig an die Seite des Körpers ab und teilt sich in zwei mehr oder weniger gleiche Teile; der innere der beiden läuft nach vorn und verzweigt sich nach den äußeren Teilen des Mundes und dem Vorderteil des Kopfes. Bei *Calma cavolini* sendet er auch einen schwachen Ast zum Mundrohr. Der äußere Teil biegt sich nach außen und tritt in den Mundtentakel ein, indem er die vordere Wand dieses Organs innerviert.

C. 2 kann auch mit der »äußeren Commissur« verbunden sein.

C. 3 ist von ungefähr derselben Größe wie *C. 2* und hat denselben Verlauf wie dieser; er verläßt das Cerebroidganglion gerade hinter *C. 2* und läuft vorwärts unter dem letzteren bis zur Mundgegend; hier gibt er einen Zweig an die äußeren Teile des Mundes ab und, nachdem er sich in zwei ungefähr gleiche Stämme gespalten hat, geht er in den Mundtentakel, dessen hintere Wand er innerviert.

C. 3 kann mit der »äußeren Commissur« verbunden sein.

C. 4 ist ein schwacher Nerv, der das Cerebroidganglion gerade vor der Cerebrobuccalcommissur verläßt. Er ist nicht immer vorhanden; so z. B. fehlt er bei *Calma cavolini* und *Facelina drummondi*. Wenn er auftritt, innerviert er, wie auch *Pl. 1*, die Retractormuskeln des Pharynx, eine Muskelschicht, die nach hinten zu an der dorsolateralen Körperwand und nach vorn zu am vorderen ventralen Ende des Pharynx befestigt ist. *C. 4* kann nach vorn in dieses Muskelband nach den inneren Teilen des Mundes zu verlaufen; auch er kann mit der »äußeren Commissur« verbunden sein.

Der optische Nerv tritt aus dem Cerebroidganglion am meisten dorsal von allen seinen Nerven gerade vor der Cerebropedalcommissur heraus. Er besitzt meist ein kleines Ganglion nahe an seiner Ursprungsstelle, aber dieses ist nicht überall vorhanden (*Coryphella lineata* z. B. hat keins). Entweder dieses Ganglion (bei *Rizzolia peregrina*) oder

der Nerv zwischen dem Ganglion und dem Auge (bei *Tritonia plebeia*) kann mit der »äußeren Commissur« verbunden sein.

Der akustische Nerv verläßt das Cerebroidganglion seitlich nahe der Cerebropedalcommissur.

Um die Beschreibung der Cerebralnerven zu beenden, möchte ich erwähnen, daß die Verzweigungen von *C. 2* und *C. 3*, die bei den Äolidiern in den Mundtentakel gehen, bei den Tritoniaden das Kopfsegel innervieren, so daß wir diese beiden Organe (Mundtentakel und Kopfsegel) als homolog ansehen können.

Die Nerven, die Alder und Hancock in ihrer Figur von *Eolis papillosa* mit *2* und *3* bezeichneten, stimmen in ihrer Verteilung mit meinem *C. 2* überein.

Pleuralnerven. Bei den Äolidiern ist *Pl. 1*, wie schon oben erwähnt wurde, ein schwacher Nerv, der von der Pleuropedalcommissur abgegeben wird. Er ist bei allen von mir untersuchten Tieren vorhanden, hat aber bei den verschiedenen Tieren ganz verschiedene Verbindungen mit den Cerebralnerven, eine Tatsache, die auf die Feinheit dieser Verbindungen und die sich daraus ergebende Schwierigkeit, sie in nicht ganz hervorragend gut konservierten und gefärbten Schnitten zu verfolgen, möglicherweise zurückgeführt werden kann.

Überall besteht eine Verbindung zwischen *Pl. 1* und dem Rhinophornerven, und diese Verbindung habe ich schon weiter oben »äußere Commissur« genannt. Bei *Coryphella lineata* besitzt sie Verbindungen mit allen Cerebralnerven, ausgenommen mit dem optischen und dem akustischen Nerv; bei *Rizzolia peregrina* konnte ein solcher Zweig auch nach dem optischen Ganglion verfolgt werden und bei *Calma cavolini* einer zur Cerebrobuccalcommissur (Fig. 5 u. 12 *A.C*).

Pl. 1 innerviert die Retractormuskeln des Pharynx, aber sowohl er, wie auch die »äußere Commissur« können Zweige nach der dorsalen Kopfhaut aussenden (Fig. 12 *S'*, *S''*, *S'''*).

Bei *Tritonia plebeia* scheint *Pl. 1* durch zwei Nerven (*Pl. 1* und *P.x* der Fig. 13) vertreten zu werden, obgleich ich nicht genau sagen kann, daß *P.x* in die Pleuropedalcommissur eintritt. *Pl. 1* verschmilzt mit dem optischen Nerven, während *P.x* zuerst einen Zweig (*S. 1''*) nach den Retractormuskeln des Pharynx abgibt und dann auch mit dem optischen Nerven verschmilzt. Dieser letztere gibt einen Zweig (*S. 1'*) nach dem dorsalen Teile des Kopfes in die Region des Auges und einen andern (*S. 1*) nach der Rhinophorscheide ab, wo er möglicherweise, wie oben auseinandergesetzt wurde, mit dem Rhinophornerven verbunden ist. Aus der Verteilung von *Pl. 1* und *P.x* ergibt

sich, daß *S. 1''* wahrscheinlich mit *Pl. 1* der Äolidier homolog ist, und daß *S. 1* wahrscheinlich die »äußere Commissur« zwischen *Pl. 1* (d. h. *S. 1''*) und dem Rhinophornerven darstellt.

Pelseneer (3) beschreibt einen solchen Nerven, der von der Pleuropedalcommissur entspringt und sich nach der Seite des Kopfes erstreckt, für *Actaeon tornatilis*, und Meisenheimer (10) einen ähnlichen für verschiedene Pteropoden. Sie beschreiben jedoch keine Verbindungen zwischen ihm und den Cerebralnerven.

Pl. 2 ist ein großer Nerv, der den pleuralen Teil des Cerebroidganglions an seinem hinteren Ende verläßt. Eine Diskussion der Literatur über die Verbreitung dieses Nerven ist zu finden bei Herdman und Clubb (11), so daß ich nur die gegenwärtig darüber herrschende Meinung zu erwähnen brauche. Da sein Verhalten für beide Gruppen verschieden ist, müssen wir ihn getrennt betrachten.

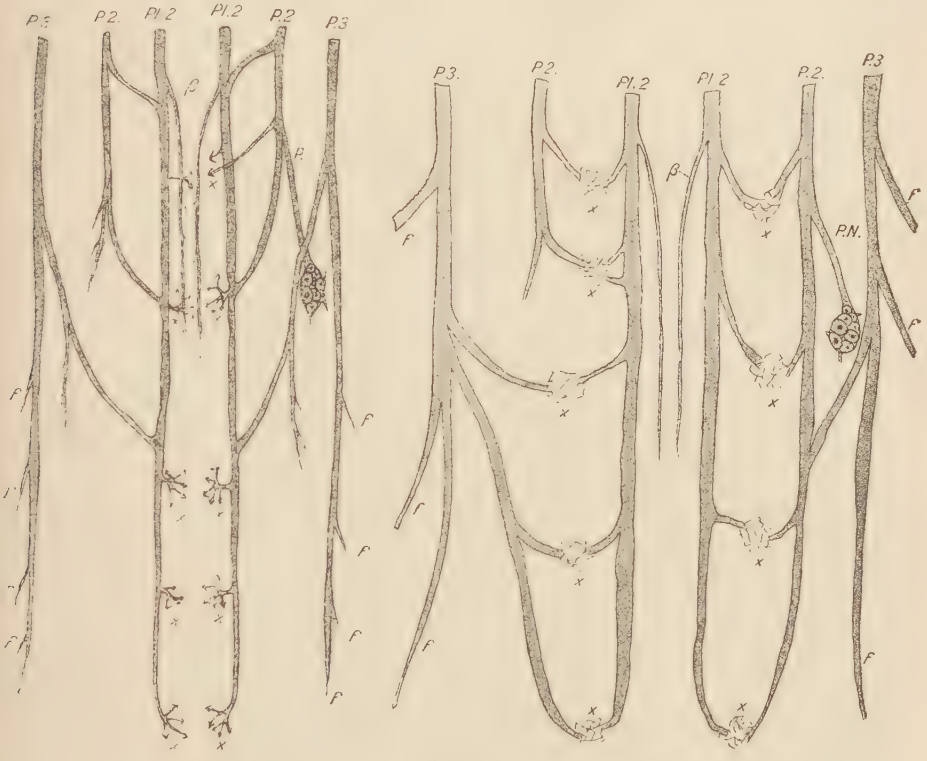
Bei den Tritoniaden nehmen Herdman und Clubb die Resultate Vayssières (12) an, daß nämlich (bei *Marionia*) der Pleuralnerv der Hauptnerv nach der lateralen Körperwand ist, von der die Cerata entspringen, daß aber auch Zweige des Penisnerven und seines Homologons auf der andern Seite diese selbe Region innervieren, d. h. daß bei *Marionia* die Innervation der Cerata in der Hauptsache pleural ist, aber daß auch eine geringer ausgebildete pedale Innervation an dieser Stelle vorhanden ist.

Ich finde, daß die Innervation der Cerata von *Tritonia plebeia* und von *Marionia quadrilatera* rein pleural ist. Bei der ersteren ist es nur der eine Pleuralnerv, *Pl. 2*, der diese Ausbreitung hat, während es bei *Marionia* noch einen andern, ziemlich starken Pleuralnerven gibt, der den pleuralen Teil des Cerebroidganglions seitlich verläßt und die vorderen Gruppen der Cerata innerviert. Eine Anastomose mit Pedalnerven ist hier nicht vorhanden.

Bei den Äolidiern hat *Pl. 2* ganz andre Beziehungen. Er hat meist (bei allen untersuchten Tieren, mit Ausnahme von *Facelina drummondi*, die weiter unten beschrieben werden soll), sobald er das Cerebroidganglion verläßt, einen ziemlich dicken Ast (Fig. 5), der ihn mit dem zweiten Pedalnerven, *P. 2*, der den Penisnerv abgibt, verbindet.

Sowohl von *Pl. 2* als auch *P. 2* werden dann Zweige nach der lateralen Körperwand abgegeben, wo sie wieder miteinander anastomosieren können, ehe sie in die Cerata eintreten. Ungefähr in der Mitte des Körpers wendet sich *P. 2* aufwärts und verschmilzt mit *Pl. 2*. Weiter rückwärts ist es dann dieser zusammengesetzte Nerv und *P. 3*, die die anastomosierenden Zweige zu den Cerata senden.

Bei *Calma cavolini* gibt nur *Pl. 2* Zweige nach den Cerata ab, aber außer der gewöhnlichen Anastomose von *Pl. 2* und *P. 2*, die oben beschrieben wurde, empfängt *Pl. 2* auch den größeren Teil von *P. 2* und einen starken Ast von *P. 3*. *Calma* scheint in dieser Beziehung am höchsten



Textfig. 3.

zu stehen, wogegen *Facelina drummondi* die niedrigste der untersuchten Arten ist. Ich will hier auch noch wiederholen, daß ebenso in bezug auf ihr Blutgefäßsystem *Facelina* in der Mitte steht zwischen *Tritonia* und den andern untersuchten Aeolididae.

Bei *Facelina* (Textfig. 3 *A*) ist die vordere Anastomose von *Pl. 2* und *P. 2* noch nicht so gut entwickelt, wie bei den andern Arten; es ist wohl eine Anastomose vorhanden, aber sie ist nur ausgebildet zwischen dünnen Zweigen der in Frage stehenden Nerven und das nur in der Haut an der Basis der Cerata.

Die Zahl der Nerven, die in jedes Ceras eintreten, scheint ganz unbestimmt zu sein. Ich habe Hepatocerata gefunden, in die ein, zwei oder auch drei Nerven eintreten.

Die ausgedehntesten und allein sorgfältigen Resultate über die Innervation der Cerata bei den Nudibranchiern sind die von Herdman und Clubb (11). Diese Autoren haben gefunden, daß bei *Facelina drummondi* die Pedalganglien die hauptsächlichsten in Betracht kommenden Centren wären, daß aber auch ein dünner Pleuralnerv an jeder Seite vorhanden wäre, der auch ganz selbständig die Cerata innerviere. Es entging der Aufmerksamkeit dieser Forscher, daß diese beiden Nerven in der Haut an der Basis der Cerata miteinander anastomosieren.

Bei *Tergipes despecta* beschrieben Herdman und Clubb (11) eine vollständig pedale Innervation der Cerata.

Nach dem augenblicklichen Stand unsrer Kenntnis werden sowohl die Parieto- wie auch die Hepatocerata auf zweierlei Weise innerviert. Erstere haben entweder eine vollständig pleurale (meine Ergebnisse für *Tritonia plebeia* und *Marionia quadrilatera* im Gegensatz zu denen von Vayssière) oder eine gemischte pedale und pleurale Innervation (*Dendronotus*); letztere haben entweder eine gemischte pleurale und pedale (die meisten Äolidier) oder eine vollständig pedale Innervation (*Tergipes*, Herdman und Clubb).

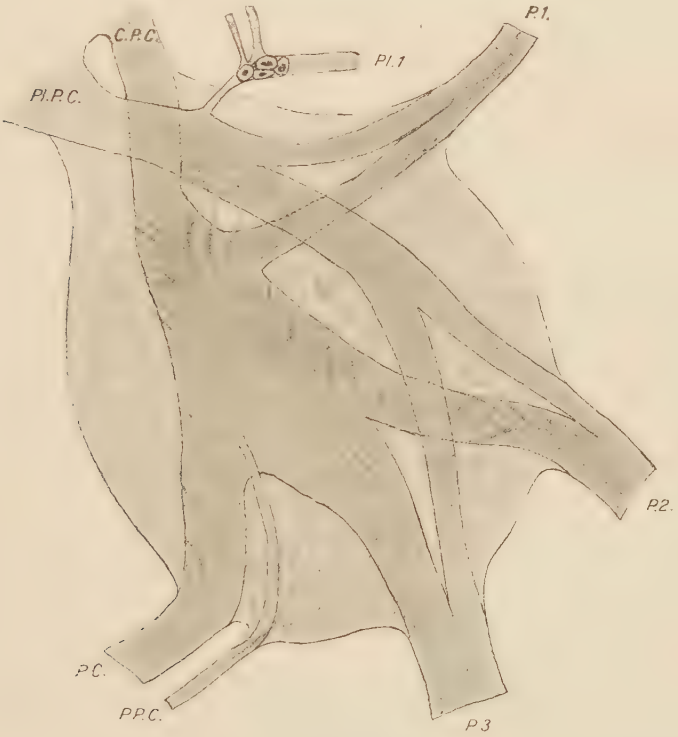
Wir sehen also, daß *Tritonia* und *Marionia* abweichen, indem sie eine rein pleurale, und *Tergipes*, indem er eine rein pedale Innervation der Cerata aufweist.

Was *Tergipes* anbetrifft, so muß ich die Richtigkeit des Resultates von Herdman und Clubb einigermaßen bezweifeln, da eine Anastomose zwischen Pedal- und Pleuralnerven überall bei den von mir untersuchten Äolidiern vorhanden ist und auch sonst noch bei andern einander fernstehenden Nudibranchierarten beschrieben wurde; Mac Farland (2) z. B. hat eine solche Anastomose für *Tethys*, Vesichelli (14) für *Phyllirhoë bucephala*, Herdman und Clubb für *Dendronotus* beschrieben.

Aber wenn auch nur Pedalnerven die Cerata innervierten, so habe ich doch für eine Anzahl Äolidier und für *Tritonia* festgestellt, daß die Fasern der Pedalnerven nicht nur aus den Pedalganglien, sondern auch aus dem pleuralen und möglicherweise auch aus dem cerebralen Teile des Cerebroidganglions hervorgehen (Textfig. 4). Wenn wir nun annehmen können, daß das Pedalganglion von *Tergipes* dieselbe Struktur hat, so können wir sagen: selbst wenn seine Cerata nur durch Pedalnerven innerviert werden sollten, müssen doch auch Fasern aus dem Cerebroidganglion vorhanden sein, die an der Innervation teilnehmen.

Tritonia dagegen läßt sich nicht auf diese Weise mit den übrigen Genera in Einklang bringen; auch hier sind die Pedalnerven gemischter Natur, aber nicht diese, sondern Pleuralnerven innervieren die Cerata, und diese Pleuralnerven enthalten keine Pedalfasern, da der Pleuropedalcommissur keine Pedalfasern beigemischt sind.

Ich will nun versuchen, die Verschiedenheit der Innervation der Cerata bei den verschiedenen Tieren zu erklären. Bei den Äolidiern



Textfig. 4.

sind die Cerata sehr erectionsfähig, sie können aufgerichtet und niedergelegt werden und sind mit sehr starken Ring- und Längsmuskeln versehen, bei *Tritonia* dagegen sind sie schlaff und sehr wenig muskulös. Wir beobachten nun bei der ersten Gruppe (mit erectionsfähigen Cerata), daß mit der Zunahme der Muskeln eine Zunahme von pedaler Innervation Hand in Hand geht; bei *Tritonia* dagegen gehen, wie schon oben erwähnt, keine Pedalfasern direkt zu den Cerata. Diese Verschiedenheit der Innervation ist also wahrscheinlich physiologisch zu erklären, und zwar so, daß größere, spontan erregbare Muskelmassen

einer direkten Innervation durch Pedalfasern bedürfen. Wenig muskulöse Organe, wie es eben die Cerata von *Tritonia* sind, brauchen also nicht direkt von Pedalfasern innerviert zu werden, sondern der peripherische Nervenplexus überträgt den Reiz von den Pedalnervenendigungen zu den Muskeln.

Ich halte also trotz Innervationsunterschieden die Cerata (Parietosowohl wie Hepatocerata) bei allen Nudibranchiern für homologe Organe, die, infolge eines Wechsels des Habitus, auch die Art der Innervation gewechselt haben.

Man nimmt jetzt allgemein mit Pelseneer an, daß die Äolidier sich aus den Tritoniaden entwickelt haben, und wir würden also die pleurale Innervation dieser Tiere als die phylogenetisch ältere anzusehen haben. Hieraus jedoch folgt nicht, daß die Cerata homolog mit dem Mantel andrer Mollusken sind. Denn wenn wir sehen, daß das Homologon des Pallealnerven aus der Visceralcommissur und nicht vom Pleuralganglion entspringt (wie ich es nachher beim sympathischen Nervensystem beschreiben werde), haben wir doch einigen Grund, zu behaupten, daß die Cerata nicht pallealen Ursprunges sind.

Da aber die ursprüngliche Innervation der Cerata pleural ist, so können sie anderseits auf keinen Fall pedalen Ursprunges sein, so daß wir sie als spezialisierte Auswüchse der Körperwand ansehen müssen, die bei keinen weiteren Mollusken als den Nudibranchiern vorhanden sind.

Pedalnerven. *P. 1* ist dünner wie *P. 2* und *P. 3*, verläßt das Pedalganglion an seiner vorderen Seite und steht niemals in irgendwelchem Zusammenhange mit dem Pleuralnerven *Pl. 2*. Er innerviert den vorderen Teil des Fußes.

P. 2 ist ein starker Nerv, der seitlich aus dem Pedalganglion heraustritt. An der rechten Seite gibt *P. 2* einen Ast ab zum Penisganglion und kleinere Zweige nach der Körperwand. An der linken Seite ist *P. 2* dünner als sein Homologon auf der rechten Seite und innerviert nur die Körperwand. Wie schon oben erwähnt, bildet *P. 2* mit Ausnahme der Tritoniaden und vielleicht der Tergipedinae an jeder Seite eine Anastomose mit dem unteren Pleuralnerven und trägt somit dazu bei, die Cerata zu innervieren.

P. 3 ist bei den Äolidiern ein großer Nerv, der das mittlere und hintere Ende des Fußes innerviert; auch er bildet Anastomosen mit *Pl. 2* (Textfig. 3 *B*).

Bei den Tritoniaden ist *P. 3* durch zwei Nerven vertreten: durch *P. 3*, der nach der Mitte und durch *P. 4*, der nach dem Hinterende

des Fußes sich erstreckt. Weder *P. 3* noch *P. 4* der Tritoniaden haben irgend eine Verbindung mit *Pl. 2*.

An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß ich keinen Versuch gemacht habe, die Nerven als sensorische oder motorische zu klassifizieren. Eine solche Unterscheidung vorzunehmen ist nämlich unmöglich, da alle Nerven, ausgenommen der akustische und vielleicht der optische, gemischter Natur sind, obgleich wir sagen können, daß einige, wie z. B. die Rhinophornerven, zum größten Teil sensorischer und andre, wie z. B. die Pedal- und Pharyngealnerven, im weitaus größten Maße motorischer Natur sind.

Sympathisches Nervensystem.

Schon Alder und Hancock (9) beschrieben das Visceralnervensystem der Doridiidae so gut, daß kein andrer Autor nach ihnen irgend etwas zu ihrer Beschreibung hinzugefügt hat; sie beschrieben vollkommen richtig den Visceralplexus, der auf der einen Seite mit den Buccalganglien durch zwei Paar Gastroösophagealnerven, anderseits mit dem unpaaren Visceralganglion durch verschiedene Nerven verbunden ist [vgl. (9) S. 18 und 19, Fam. I Tab. II, Fig. 13].

Bei den Äolidiern jedoch sind die Ganglien, die den Visceralplexus zusammensetzen, meist alle sehr viel kleiner und infolgedessen nach Zergliederungspräparaten schwieriger zu beschreiben. Deshalb konnten die oben zitierten Autoren über dieses System nur das sagen, daß ausgedehnte Züge von ihm gesehen werden könnten und daß die hepatischen Drüsen der Branchialpapillen (Cerata) von Nerven innerviert würden, die aus kleinen, im Pharynx liegenden Ganglien, die mit den Buccalganglien verbunden wären, herstammten [(9) S. 18 u. 19, Fam. 3 Tab. VIII, Fig. 3; Tab. XXXVIIIa, Fig. 2]. Sie meinten sicherlich, wie aus ihren Abbildungen hervorgeht, mit diesen kleinen Intrabuccalganglien nicht die Gastroösophagealganglien. Da auch ich diese Ganglien in keinem der von mir untersuchten Tiere aufgefunden habe und überdies Alder und Hancock selbst ihrer nicht sicher gewesen zu sein scheinen (man vergleiche den verschiedenen Ursprung der beiden Nerven »13« und »7« in den oben zitierten Figuren mit dem Text auf S. 18 u. 19), so können wir ruhig annehmen, daß sie nicht vorhanden sind.

Die Nerven der Leberlappen der Cerata können nach Pelseneer (3) bis zu den Gastroösophagealganglien und nach v. Ihering (1) bis zur Visceralcommissur verfolgt werden.

Die einander widersprechenden Resultate dieser letzten beiden

Forscher kamen dadurch zustande, daß jeder von ihnen einen Teil des Visceralsystems sah, das der andre nicht bemerkte, was aus meiner untenstehenden Beschreibung hervorgehen wird.

Aus dem Grunde, daß die Buccalnerven in den Schnitten meist durch die harten Teile des Pharynx zerrissen sind, und daß die Visceralnerven durch die Lappen der Schleimdrüse ihren Verlauf nehmen, die selbst die Farbstoffe sehr stark annimmt und außerdem in den Präparaten sehr stark schwillt, ist es sehr schwer, eine Serie zu erhalten, die uns ein Bild von dem vollständigen System gibt. Ich besitze jedoch eine solche Serie von *Favorinus albus* (Fig. 14) und genug Fragmente von andern Tieren, so daß ich sicher zu gehen glaube, wenn ich annehme, daß das sympathische Nervensystem, wie ich es hier beschreiben werde, auch bei den andern Äolidiern vorhanden ist. Es ist ganz ähnlich dem sympathischen System der Dorididen (9) und wenigstens in seinen Verbindungen mit dem Centralnervensystem der Beschreibung, die Lacaze-Duthiers (20) für verschiedene Bullidae gibt; der auf dem Verdauungskanal liegende Plexus kann natürlich nach Schnitten nicht gut beschrieben werden. Er ist auf Zergliederungen viel besser zu sehen, und ich möchte auf die schönen Figuren von Lacaze-Duthiers (20) verweisen. Über die Form des Darmplexus kann ich beinahe gar nichts sagen.

Im folgenden gebe ich die Beschreibung für *Favorinus albus*:

Die Cerebrobuccalcommissur verläßt das Cerebroidganglion gerade hinter der Ursprungsstelle des vierten Nerven (*C.4*) und verläuft nach vorn zum Buccalganglion, das am Vorderende des Oesophagus gelegen ist. Die Buccalganglien werden durch eine kurze dicke Commissur miteinander verbunden und geben zwei Paar Nerven ab.

Die schwächeren Nerven, die nahe dem Innenrand der Ganglien entspringen, verlaufen nach vorwärts zur Zunge (Fig. 14 *Ph.III*); die äußeren, stärkeren Nerven teilen sich jeder in zwei: ein Teil geht in den Pharynx (*Ph.II*), während der andre zum Gastroösophagealganglion verläuft. Dieses Ganglion gibt vier Nerven ab: einen (Fig. 14 *Ph.I*) zum Pharynx, einen (*S.G*) zur Speicheldrüse, einen (*Oe*) kurzen dicken zum Ösophagealplexus und einen (*Va*) langen dünnen zum Visceralplexus. Dieser letztere Nerv endet auf jeder Seite in ein großes, an der Seitenwand des Magens gelegenes Ganglion. Ich werde diese großen Ganglien »gastrische Ganglien« nennen. In das gastrische Ganglion der linken Seite (*ggl*) läuft auch der Visceralnerv (*V.1*) von dem kleinen, in der Visceralcommissur liegenden Ganglion. Bei *Favorinus* ist nur dieser eine Verbindungsnerv zwischen dem Visceralstrang und

den gastrischen Ganglien vorhanden, ihrer können aber auch, wie bei *Janus cristatus* (Textfig. 1), zwei vorhanden sein (die Figur von *Janus cristatus* in Lang (25) nach Pelseneer ist in diesem Punkt verkehrt). *Janus* unterscheidet sich auch ferner noch von *Favorinus* dadurch, daß die beiden eben erwähnten Nerven den Visceralstrang an der rechten Seite verlassen und daß keine gut abgegrenzten gastrischen Ganglien vorhanden sind, sondern daß alle Ganglien des Visceralplexus aus sehr großen Ganglienzellen zusammengesetzt sind.

Von den gastrischen Ganglien aus verbreitet sich der Visceralplexus nach allen Richtungen über den Verdauungskanal und so auch zu den Leberlappen in den Cerata.

Um es noch einmal zu wiederholen: Wir haben einen Darmplexus, der mit den Gastroösophagealganglien durch zwei paarige Nerven (ein kurzes, dickes Paar vom Ösophageal- und ein langes, dünnes Paar vom gastrischen Plexus) und mit der Visceralcommissur durch einen einzelnen Nerven verbunden ist.

Außer dem Nerven, den der Visceralstrang nach dem linken gastrischen Ganglion abgibt, läßt er noch einen andern Nerven aus sich hervorgehen, der nach rückwärts durch die Lappen der Schleimdrüse verläuft und sich in der Gegend des Herzens in vier Teile teilt:

1) in einen sehr dünnen Zweig ($V.2^{I}$), der die Körperwand nahe dem After zu innervieren scheint, d. h. er wurde verfolgt, bis er in die muskulöse Körperwand eintrat und dann infolge seiner Zartheit verloren;

2) in einen ziemlich starken Zweig ($V.2^{II}$), der der vorderen Arterie entlang bis ins Herz verläuft;

3) in einen zarten Zweig ($V.2^{III}$), der auch in der Körperwand nahe beim After verloren wurde.

4) in den stärksten Zweig ($V.2^{IV}$), der nach rückwärts zum Enddarm verläuft.

Wenn wir die oben beschriebene Visceralcommissur mit dem Visceralstrang der Bulliden vergleichen, von denen man annimmt, sie seien die Vorfahren der Äolidier, und deren Arten noch Mäntel besitzen, so finden wir eine genaue Parallele zwischen den beiden Gruppen. Lacaze-Duthiers beschreibt Formen (*Acera bullata*), bei denen die viscerogastrischen Commissuren von der linken Seite des Körpers entspringen, ähnlich verhält sich *Calma cavolini*; er beschreibt ferner andre (*Philine aperta*), die diese Commissuren an der rechten Körperseite haben; bei *Coryphella lineata* liegen dieselben Verhältnisse vor. Bei andern von ihm beschriebenen Formen (*Haminea hydatis*)

haben die viscerogastrische Commissur und der Pallealnerv einen gemeinsamen Ursprung im Visceralstrang, und diese Verhältnisse finden ihre Parallele bei *Janus cristatus*, obgleich dieses Tier sich dadurch unterscheidet, daß es zwei viscerogastrische Commissuren besitzt (Textfig. 1); bei andern (*Philine aperta*) entspringen die Palleal- und viscerogastrischen Nerven getrennt, und diese Formen können wir mit *Favorinus* in Vergleich stellen.

Wir haben gesehen, daß der Nerv *V.2* diejenigen Organe innerviert, die im Mantel der manteltragenden Mollusken liegen, und daß er denselben unbestimmten Ursprung hat, wie der Pallealnerv der Bullidae. Wir können demnach *V.2* für einen Pallealnerven halten, und seine Existenz würde beweisen, daß sich die Äolidier aus manteltragenden Gastropoden entwickelt haben.

Neben dem oben beschriebenen Darmplexus ist noch ein andrer Plexus vorhanden, der von ihm getrennt zu sein scheint: der Genitalplexus. Das Hauptganglion dieses Plexus ist das Penisganglion, das mit dem Pedalganglion durch den Nerven *P.2* der rechten Seite verbunden ist. Vom Penisganglion aus breiten sich Nerven, die Ganglienzellen enthalten, über die Schleimdrüse und den Zwittergang und höchstwahrscheinlich auch über die Zwitterdrüse aus. Dieser Plexus hat bei einigen Species einen besonderen (Genital-) Nerven, der seinen, auf die Zwitterdrüse sich erstreckenden Teil mit der Visceralcommissur verbindet (z. B. *Coryphella lineata*, Fig. 5 *G.N*). Bei *Favorinus albus* gibt es keinen besonderen Genitalnerven, und ich bin nicht imstande zu sagen, woher die Visceralfasern stammen. Solche Fasern müssen doch vorhanden sein, da sie bei so vielen andern Tieren den Genitalplexus mit dem Visceralstrang verbinden. Der Nerv *V.2* durchläuft die Lappen der Schleimdrüse und kann möglicherweise Fasern nach dem Genitalplexus abgeben; dies halte ich aber für unwahrscheinlich, da *V.2* sonst in seiner Verbreitung einem Pallealnerven entspricht. Viel wahrscheinlicher ist es, daß der Genitalplexus mit *V.1* durch den Darmplexus verbunden ist; hierfür spricht die Tatsache, daß bei *Coryphella lineata* der Genitalnerv auch feine Zweige nach dem Darm abgibt, d. h., daß der Genitalplexus mit dem Darmplexus verbunden ist.

Die Visceralcommissur kann also Nerven nach drei Centren abgeben: an die Mantelorgane, den Darmplexus und den Genitalplexus. Es kommen folgende drei Modi vor:

1) ein Nerv versorgt Mantelorgane, Darmplexus und Genitalplexus (z. B. bei *Tritonia*);

2) ein Nerv versorgt Mantelorgane, und ein zweiter Nerv versorgt Darmplexus und Genitalplexus zugleich (z. B. bei *Favorinus albus*);

3) ein unpaarer, medianer Nerv versorgt hauptsächlich den Genitalplexus, gibt aber auch kleine Zweige an den Darmplexus ab, während zwei andre, rechts und links von diesem entspringend, hauptsächlich den Darmplexus versorgen, jedoch auch an die Mantelorgane Zweige abgeben (z. B. bei *Coryphella lineata*).

Allgemeines über das Nervensystem.

Centralnervensystem: Bis heute ist unsre Kenntnis von der inneren Struktur der Ganglien der Gasteropoden sehr beschränkt.

Trinchese beschrieb verschieden große Ganglienzellen für eine Anzahl von Tieren, sagte aber nichts über die Verteilung der Nervenfasern.

Von Ihering glaubte, die Parapedalcommissur (er nannte sie subcerebral) durch das Pedalganglion in das Cerebralganglion verfolgen zu können und behauptete, daß sich die Pedalcommissur in die Pleuropedal- und die Cerebropedalcommissur teilt.

Das ist so ziemlich alles, was wir über diesen Gegenstand wissen.

Es ist durch die Anwendung der modifizierten Heidenhain-Methode, wie ich sie in dem Kapitel »Technik« beschrieben habe, möglich gewesen, einige Kenntnisse zu erlangen über den Verlauf, den die Nervenfasern nehmen, nachdem sie in die Ganglien eingetreten sind. Ich werde diese innere Anatomie für das Centralnervensystem von *Calma cavolini* beschreiben. Ich muß mich leider auf dieses eine Tier beschränken, da ich unglücklicherweise nur sehr wenige Serien besitze, die genau nach der beschriebenen Methode behandelt wurden. Von diesen sind noch dazu einige zu dick und andre zu dünn geschnitten, um die intercerebralen Nervenbündel gut zu verfolgen. Die Schnitte müssen so dünn wie möglich sein, um solche Nervenbündel, die in derselben Richtung senkrecht zur Schnittfläche verlaufen, gut voneinander unterscheiden zu können. Sie dürfen jedoch auch nicht zu dünn sein, da dann die Bündel meistens zerrissen werden, und man nicht mehr mit Bestimmtheit behaupten kann, ob sie untereinander verbunden sind oder nicht; 5 μ starke Schnitte scheinen die am meisten geeigneten zu sein.

Pedalganglien (Textfig. 4). Beide Behauptungen v. Iherings, die ich oben anführte, sind nicht ganz richtig. Die Parapedalcommissur ist zusammengesetzt aus Nervenfasern, die sowohl von der Cerebropedalcommissur herstammen, als auch sich als dicke Fortsätze einer

Zahl nach hinten gelegener Pedalganglienzellen darstellen. Es kann sein, daß die zuerst erwähnten Fasern der Parapedalcommissur in das Cerebralganglion durch die Cerebropedalcommissur eintreten. Man kann jedoch hierüber nichts genaueres aussagen, da sie aus dem großen Fasernbündel herauskommen, das teilweise aus der Cerebropedalcommissur und teilweise aus Pedalganglienzellen sich herleitet. Die Parapedalcommissur kann also entweder gänzlich aus Pedalfasern oder aus miteinander vermischten Pedal- und Cerebralfasern zusammengesetzt sein.

Die Fortsetzung der Cerebropedalcommissur in das Pedalganglion empfängt eine große Anzahl Fasern aus Pedalganglienzellen. Wegen dieser Vermischung der Fasern unsrer Commissur mit andern aus Pedalganglienzellen (Textfig. 4) ist es unmöglich, zu sagen, wohin diese Cerebropedalcommissurfasern eigentlich gehen. Alles, was ich darüber anführen kann, ist folgendes: Das aus Cerebral- und Pedalfasern gemischte Bündel sendet Zweige nach allen drei Pedalnerven und auch in die beiden Pedalcommissuren aus.

Wenn wir nun Jordans (13) Beobachtung ins Auge fassen, daß das Cerebral- wie das Pedalcentrum für die normale Funktion der Muskeln notwendig sind, und sie mit der Tatsache verbinden, daß nur Pedalnerven in den Fuß eintreten, so müssen wir annehmen, daß wenigstens einige der Fasern der Cerebropedalcommissur in jeden der Pedalnerven eintreten.

Die Pleuropedalcommissur erhält keine Fasern aus Pedalzellen und geht nur in die Pedalnerven; sie sendet keine Fasern in die Pedalcommissuren aus (Textfig. 4).

Es ist also wahrscheinlich, daß wir in jedem Pedalnerven Fasern von allen drei Nervencentren vor uns haben. Jordan (13) fand, daß unter gewöhnlichen Umständen der Tonus der Muskeln von den Pedalganglien verstärkt wurde, während die Cerebralganglien ihn verminderten. Obgleich seine Experimente mit *Aplysia* vorgenommen wurden, die getrennte Pleuralcentren besitzt, so erwähnt er dennoch die Wirkung der Pleuralganglien nicht. Worauf nun die Funktion der Pleuralfasern in den Pedalnerven beruht, ist bis jetzt unbekannt.

Cerebroidganglia.

Gruppen von Ganglienzellen: Obgleich angenommen werden muß, daß jedes Cerebroidganglion der Äolidier und Tritoniaden aus einem vorderen cerebralen und einem hinteren pleuralen Teile zusammengesetzt ist, so haben wir doch sehr wenig Beweise dafür in

der Anordnung der Ganglienzellen; diese liegen in Gruppen, die jedoch nicht scharf voneinander getrennt werden können.

Die bei weitem größte Gruppe im Cerebroidganglion ist die auf Fig. 17 als »*B*« bezeichnete. Sie sendet ihre Fasern in das Nervenbündel 13 aus und kann, wie auf der Figur angegeben ist, weder scharf von Gruppe »*A*« noch von der Pleuralgruppe »*G*« unterschieden werden. Sie ist sehr viel größer, als auf der Figur angegeben worden ist, und erstreckt sich gerade über das Ganglion bis zwischen die Gruppen »*C*« und »*E*«. Ihr vorderer Teil »*A*« ist die Ursprungsstelle des Rhinophornervenbündels und der dorsalen und ventralen Commissurbänder (*D.C.B* und *V.C.B*).

Die Gruppen »*C*«, »*E*« und »*F*« sind klein und senden Fasern aus in den Nerv *C.* 3, die Cerebrobuccalcommissur und die Cerebropedalcommissur.

»*G*« ist eine große Gruppe von sehr großen Zellen, von denen Fortsätze ausgehen in das mittlere Commissurenband (*M.C.B*), in den Nerv *Pl.2*, in die Visceralcommissur und in die Pleuropedalcommissur. Man kann jedoch, wie schon bemerkt, diese pleurale Gruppe »*G*« von der Cerebralgruppe »*B*« nicht deutlich unterscheiden.

Die kleine Gruppe »*D*« liegt dorsalwärts zwischen den Zellen der Gruppe »*G*« und ist wahrscheinlich auch eine pleurale Gruppe.

Faserbündel: Die Intercerebralcommissur besteht aus drei verschiedenen Faserbündeln. Das erste ist ein schmales Band, das seine Fasern aus einer Gruppe von Ganglienzellen »*A*«, die am vorderen Innenrande des Ganglions liegt, und auch von dem Nerven *C.1* (Bündel *8* von *C''*, Fig. 17) erhält. Dieses Bündel werde ich das »Dorsalcommissurband« nennen (*D.C.B*).

Das zweite, ventrale Band (*V.C.B*) ist nach vorn mit dem dorsalen Commissurenband verbunden und erhält so Nervenfasern von derselben Gruppe von Ganglienzellen »*A*«, die oben erwähnt wurde; es besitzt auch Ganglienzellen an seiner ventralen Oberfläche seinen ganzen Verlauf entlang. Es ist schmal und hat ein Faserband (5), das es mit dem Nerven *C.3*, und eins (7), das es mit den pleuralen und pedalen Centren durch das Bündel 14 verbindet.

Das dritte Band (*M.C.B*) ist das bei weitem größte und liegt zwischen dem ersten und zweiten; auch es empfängt Fasern von Ganglienzellen der Gruppe »*A*«, außerdem aber noch entlang seinem ganzen Verlauf Fortsätze von zahlreichen Ganglienzellen, die auf und unter ihm liegen. Es ist mit dem Nerven *C.3* durch das Bündel *4*, mit den

Pedal- und Pleuralcentren durch *19—14* und mit dem Pleuralcentrum auch durch das dicke Bündel *13—13′*, verbunden.

Die drei Intercerebralbänder können überall gefunden werden, scheinen aber bei den verschiedenen Arten eine verschiedene Anordnung zu haben. So liegt z. B. bei *Rizzolia peregrina* das Band *M.C.B* nicht zwischen den Bändern *D.C.B* und *V.C.B*, sondern ventral zu beiden. Dessen bin ich jedoch nicht ganz sicher, da ich bei keiner andern Art so gut imstande gewesen bin, die Faserbündel zu verfolgen, wie bei *Calma cavolini*. Ich bin nur der Ansicht, daß das ventrale Band von *Rizzolia* dem mittleren Band von *Calma* entspricht, sowohl wegen seiner Größe, wegen der großen Anzahl von Fortsätzen, die es aus Ganglienzellen aufnimmt, wegen seiner dicken Verbindung mit dem Pleuralcentrum, als auch wegen der Tatsache, daß das dorsale und mittlere Band von *Rizzolia* in derselben Weise durch Spaltung eines Faserbündels entsteht, wie das beim dorsalen und ventralen Band von *Calma* der Fall ist.

C.1 ist aus zwei Faserbündeln zusammengesetzt; das eine Bündel kommt aus der Gruppe »*A*«, die an seiner Basis liegt, während das andre Bündel (*2*) aus Zellen des Rhinophorganglions hervorgeht; das Band *2* teilt sich in drei, deren erstes (*2′*) zum Pleuralcentrum geht, deren zweites (*2‴*) einen Zweig (*12*) in das mittlere Commissurband entsendet und in einer kleinen Gruppe dorsal gelegener Zellen (»*D*«) nahe dem Pleuralcentrum endet, während das dritte (*2″*) zum Pedalcentrum geht, nachdem es mit dem Dorsal- und Ventralcommissurenband, bevor sich diese beiden Bänder voneinander gespalten haben, und mit dem Nerven *C.3* in Verbindung getreten ist.

C.2 scheint aus Fasern zusammengesetzt zu sein, die entweder aus Pedalganglienzellen oder aus peripher gelegenen Zellen oder aus beiden abzuleiten sind. Ein Teil seiner Fasern wendet sich durch *3′* nach *C.3*, ohne in *3″* hineinzugehen, so daß diese Fasern sicherlich von Zellen herrühren, die peripherisch liegen. Durch *3″* ist *C.2* mit den Pedal- und Pleuralcentren verbunden.

C.3 ist ein Nerv sehr gemischten Ursprunges. Er empfängt Faserbündel von *C.1* (*2″*), von *C.2* (*3′*), von der Intercerebralcommissur (*4* und *5*), von den Pleural- und Pedalcentren (*6*) und von einer Gruppe von Ganglienzellen (*C*) an seiner Basis.

Die Cerebrobuccalcommissur erhält Fasern von *C.3* (*6—21*), vom Pedalganglion (*16—15*), von der Intercerebralcommissur (*9*) und von Zellen nahe ihrem Ursprung (*E*).

Die auf den Figuren 15 und 17 dargestellten und oben beschrie-

benen Faserbündel scheinen durch keine Hüllmembran eingeschlossen zu sein, aber nichtsdestoweniger sind sie in den meisten Fällen sehr klar und scharf voneinander unterschieden (Fig. 15). Sie sind verschiedenartig tingiert, je nachdem sie aus dicken oder dünnen Fasern zusammengesetzt sind oder je nachdem die Fasern dicht aneinander gepreßt sind oder weit voneinander getrennt liegen.

An der mit *14* bezeichneten Stelle kommen die Bündel *19*, *7*, *2″*, *3* und *6* dicht aneinander zu liegen und tauschen untereinander Fasern aus; die Mehrzahl der Fasern verläuft jedoch so, wie durch die punktierten Linien angegeben worden ist, d. h. *2″* nach *16*, *3″* und *6* nach *17*, *7* und *19* nach *18*.

Histologisches über das Centralnervensystem.

Bevor ich das Centralnervensystem verlasse, möchte ich noch etwas über die histologische Struktur desselben sagen, obgleich es sehr schwer ist, eine genügende Kenntnis dieses Gegenstandes zu erlangen.

Ich habe die Ganglien nicht speziell in Hinsicht auf eine solche Beschreibung untersucht und kann auch deshalb nicht sehr ausführlich auf die Einzelheiten eingehen, doch ich fühle mich berechtigt, diese Beobachtungen, die ich von Zeit zu Zeit gemacht habe, zu veröffentlichen, da die Struktur der Ganglien bis jetzt sehr ungenügend bekannt ist.

Die verschiedenen Formen von Ganglienzellen findet man abgebildet bei Retzius (17) und bei Gilchrist (18). Andre Autoren brauche ich nicht zu erwähnen, indem ich mich damit begnüge, hier festzustellen, daß die gegenwärtige Meinung dahingeht, daß das Centralnetzwerk von Fasern (Neuropil) in ein Lager von Ganglienzellen eingeschlossen ist, zwischen welchen Bindegewebszellen liegen, und daß dieser ganze Komplex von einer Kapsel von Bindegewebe eingeschlossen ist. Der einzelne Neurit einer Ganglienzelle soll Collaterale nach dem Neuropil abgeben und dann in einen oder den andern der Nerven eintreten.

Ich habe die Morphologie des Neuropils schon oben beschrieben und gezeigt, daß es kein kontinuierliches Netzwerk ist, wie man bisher angenommen hat, sondern daß es, um die Isolation der einzelnen Faserzüge zu ermöglichen, in voneinander getrennte Faserbündel aufgelöst ist. Auch innerhalb dieser Bündel scheint kein Netzwerk zu bestehen, sondern die einzelnen Fasern laufen parallel zueinander. Es ist möglich, daß die verschiedenen Fasern Verbindungszweige aufweisen, doch von einem Netzwerk ist keine Spur vorhanden.

Im Neuropil findet sich ferner noch eine Anzahl Kerne, deren Bedeutung unbekannt ist. Sie sind keinesfalls Kerne solcher Zellen, die unter Umständen das hypothetische Netzwerk hätten bilden können, sondern scheinen, da man oft sieht (z. B. Fig. 15), wie sie direkt in dicken tiefgefärbten Fasern liegen, Kerne derjenigen Elemente zu sein, die Apáthy (19) »Nervenzellen« genannt hat.

Die Ganglienzellen sind birnförmige Körper von sehr verschiedener Größe. Die in den Rhinophorganglien gelegenen sind die kleinsten und die in den pleuralen Teilen der Cerebroidganglien gelegenen die größten. Die Größe der Ganglienzellen variiert sehr stark bei den verschiedenen Genera: so hat *Marionia* verhältnismäßig kleine Zellen, während *Janus* die größten hat, die ich gesehen habe. Bei diesem letzteren Tiere sind auch die Zellen nicht so dicht aneinander gepackt und können deshalb besser studiert werden.

Die Kerne der Ganglienzellen sind große runde Körper, in denen das Chromatin sehr regelmäßig in kleinen runden Ballen auf einem Lininnetzwerk angeordnet ist. An der dem Neuriten zugekehrten Seite kann der Kern abgeflacht sein und die Lininfasern in rechtem Winkel zur Kernmembran stehen. An Nucleolen sind ein oder zwei große vorhanden, die wieder in sich kleinere Bläschen enthalten können.

Das Protoplasma der Ganglienzellen ist immer wabig und das meist um die ganze Peripherie der Zellen herum. Die Vacuolen können entweder ziemlich klein und rund oder groß und langgestreckt sein; ihr Inhalt ist sehr achromatisch, während ihre Grenzlamellen sich meist sehr tief färben.

Die Neuriten sind die dicken Fortsätze der Ganglienzellen; man kann oft beobachten, wie sie eine Strecke weit (oft über die ganze Breite des Ganglions) fortlaufen, ohne merklich dünner zu werden oder Zweige abzugeben. Auf Longitudinalschnitten sind sie meist tief gefärbt, ohne irgendwelche Primitivfasern (Neurofibrillen) zu zeigen, aber in manchen Schnitten ist die Färbung lichter, und da bemerkt man dann eine sehr große Anzahl solcher Neurofibrillen. Nach der Zelle zu wird die Färbung heller und heller und wird mehr und mehr auf die Außenseite des Neurits lokalisiert.

Aus Querschnitten ersieht man, daß die Primitivfasern folgende Anordnung haben: Im Neuriten sind sie peripherisch in dicken Bändern gelegen, die miteinander quer durch den Neurit hindurch (Fig. 16 *C*) verbunden sein können. Wenn der Neurit nach der Zelle zu dicker wird, so kommen diese Bänder weiter auseinander zu liegen und teilen sich in dünnere, die in derselben Richtung im Außenplasma der Zelle

weiterlaufen. Das Protoplasmalager, in welchem diese Fasern verlaufen, ist stärker lichtbrechend als das innere und scheint an manchen Stellen ganz fein radiär gestreift zu sein. Diese peripher gelegenen Primitivfasern sind mit einem Netzwerk von um den Kern gelegenen Fasern verbunden (Fig. 16 *B*).

Die Ganglienzellen der Äolidier haben also beinahe dieselbe Struktur wie die der Wirbeltiere. Es ist ein perinucleares Netzwerk vorhanden, das mit einer peripheren Schicht von Fasern verbunden ist. Diese sind jedoch nicht, wie bei den Vertebratenzellen, in der Form eines Netzwerkes ausgebildet, sondern als eine Reihe von Bändern, die gegen die Ursprungsstelle des Neuriten konvergieren.

Zwischen den Ganglienzellen nun soll eine Anzahl von Bindegewebszellen liegen, und das scheint mir genauerer Erforschung wert zu sein. Im folgenden will ich nur einige gelegentliche Beobachtungen über diesen Punkt veröffentlichen, um die Aufmerksamkeit andrer hierauf zu lenken. Ich habe keine Zeit, es vor der Publikation dieser Arbeit noch weiter zu untersuchen.

Zwischen den Ganglienzellen liegt immer ein Netzwerk von sehr feinen, schwach färbbaren Fasern, die in sehr vielen Punkten dem Plasma der Ganglienzellen dicht anliegen. Bei den Tritoniaden enthält dieses Netzwerk (wie auch das Neuropil) zahlreiche Kerne, während es bei den Äolidiern wenige, wenn überhaupt, Kerne enthält.

Bei *Janus cristatus* mit seinen sehr großen Pleuralganglienzellen, die noch überdies gut voneinander getrennt sind, hat man die günstigste Gelegenheit, diese Frage zu studieren. Von diesem Tiere werde ich daher einige Abbildungen von Schnitten geben, die mir ziemlich instruktiv zu sein scheinen (Fig. 16 *A*).

Die Ganglienzellen haben gewöhnlich da, wo das Netzwerk ihnen direkt anliegt, keine scharfen Konturen. Aber an solchen Stellen würde es unmöglich sein, jemanden davon zu überzeugen, daß die beiden Elemente ineinander übergehen, da man immer erwidern könnte, daß mit geeigneter Färbung die trennende Linie gezeigt werden könnte. Ich durchsuchte demgemäß nur solche Schnitte, bei denen das Netzwerk nicht so mächtig entwickelt war und den Ganglienzellen nicht so dicht anlag. Es gelang mir denn auch, eine Anzahl unzweifelhafter Verbindungen zwischen dem Netzwerk und den Ganglienzellen festzustellen. Fig. 16 *A* zeigt eine solche Verbindung, derentwegen wir das Fasernetzwerk zwischen den Ganglienzellen als deren Dendriten anzusehen haben. Diese selbe Zelle hat außer ihrem großen Neuriten, der auf der Abbildung nicht dargestellt ist, eine Anzahl von Dendriten,

die dem einen abgebildeten ähnlich sind. Daß in der Tat eine Kontinuität zwischen der Ganglienzelle und dem Dendriten vorhanden ist, wird bewiesen durch den Umriß (die allmähliche Krümmung der Zelle in den Dendriten) und die Struktur des Plasmas.

Auch die Tatsache, daß bei den Äolidiern, wenn überhaupt, so doch nur wenige Kerne in dem Netzwerk um die Ganglienzellen herum vorhanden sind, würde für die dendritische Natur dieses Netzwerkes sprechen, während die zahlreichen Kerne in diesem Netzwerk bei den Tritoniaden gegen eine solche Auffassung zu sein scheinen.

Wie schon gesagt, bedarf dieser Punkt näherer Untersuchungen, und ich kann zum obigen nur hinzufügen, daß auch das Neuropil der Tritoniaden Kerne in viel größerer Zahl enthält als das der Aeolididae. Einige wenige solche Kerne des Neuropils sind in Fig. 15 dargestellt und sind augenscheinlich Kerne derselben Elemente, die Apáthy (19), wie weiter oben schon erwähnt, bei *Hirudo* Nervenzellen nennt.

Die Hülle, die das Centralnervensystem einschließt, ist sehr kompakt und stark lichtbrechend. Sie enthält kleine längliche Kerne und ist nicht scharf von dem Gewebe, das sie an ihrer Außenseite umgibt, getrennt.

Periphere Nervenendigungen.

Es ist eine wohlbekannte Tatsache, daß in Verbindung mit dem sympathischen Nervensystem ein Cellularplexus auf dem Verdauungskanal liegt; hiervon kann man sich selbst sehr leicht überzeugen, und diese Tatsache ist schon so gut begründet, daß ich nicht lange bei ihr zu verweilen brauche.

Einen solchen Darmplexus beschrieben Alder and Hancock (9) schon für die Dorididen, und ich begnüge mich hier mit der Bemerkung, daß bei *Janus cristatus* die Zellen in diesem Plexus groß, abgerundet und sehr zahlreich sind, daß sie bei *Favorinus albus* die typische Struktur der Ganglienzellen besitzen (rundliche Form mit großem Kern und stark färbbarem Plasma), aber klein sind, und daß sie bei den andern von mir untersuchten Nudibranchiern klein sind und zum größten Teil keine Ähnlichkeit mit dem haben, was gewöhnlich unter dem Ausdruck Ganglienzelle verstanden wird.

Ganz anders steht es mit der Frage nach dem Vorhandensein eines Cellularplexus in der Körperwand der Mollusken. Die Zellen, die diesen Plexus bilden, sind Bindegewebszellen so ähnlich, und die Autoren haben eine solche vorgefaßte Meinung von ihrem

bindegewebigen Charakter, daß ein Beweis vom Gegenteil sehr genau sein müßte, um überzeugend wirken zu können.

Schon 1880 beschrieb Trinchese (7) bei *Janus cristatus* einen peripheren Plexus, der aus drei-, vier- oder fünfhörnigen Zellen bestehen sollte. Die Gewebe dieses Tieres sind sehr durchsichtig, und man kann deshalb Trincheses Beobachtung beim lebenden Tier leicht bestätigen, obwohl man von der nervösen Natur der in Frage stehenden Zellen nicht überzeugt zu sein braucht.

Später beschrieb Bethe (22), ohne Trincheses Beobachtungen zu erwähnen, einen ähnlichen Plexus und behauptete, daß er bei den Hydrozoen [für welche Gruppe Hertwig (24) ihn gefunden hatte] und Mollusken am ausgedehntesten sei, daß er aber bei keinem Tier vollständig fehle. Bethes Abbildungen dieses Cellularplexus der Mollusken sind nicht sehr überzeugend, und seine Ansicht, diese Zellen seien nervöser Natur, wird von den Zoologen im allgemeinen nicht geteilt.

Hofmann (23) wollte nachprüfen, ob ein solcher peripherer Plexus bei den Mollusken bestände oder nicht, und wählte als Gegenstand seiner Untersuchung die Chromatophorenmuskeln der Cephalopoden. Bei der Untersuchung dieser hochspezialisierten Organe erhielt er ein negatives Resultat, und aus diesem einen Umstande leitet er die Unwahrscheinlichkeit der Existenz eines peripheren Plexus im Sinne Bethes ab. Er nimmt an, daß die Idee von einem solchen Plexus darauf beruhe, daß Bethe den Zusammenhang von Bindegewebszellen mit der Nervenscheide fälschlich für einen Zusammenhang von Nervenzellen mit Nervenfasern gehalten habe.

Jordan (13) dagegen glaubt, gestützt auf physiologische Experimente mit *Aplysia*, daß ein peripherer Plexus vorhanden sein müsse.

Auch ich muß sagen, daß ich an das Vorhandensein eines peripheren nervösen Cellularplexus glaube, wie ich ihn jetzt für einige Nudibranchier beschreiben will.

Die Zellen, die den Plexus zusammensetzen, sind sehr verschieden, je nachdem sie mit verschiedenen Reagenzien gefärbt sind; sie unterscheiden sich auch voneinander in den verschiedenen Genera.

Taf. XIX zeigt zwei Arten von Zellen in den Geweben von *Tethys leporina*, die mit Parakarmin nach Mayer gefärbt sind. Bei *1* sehen wir eine dreieckige Zelle mit sehr wenig Plasma, während bei *3* und *4* mit *1* verbundene Zellen mit viel mehr Plasma und zahlreicheren Verzweigungen liegen. Daß die Zelle *1* eine mit dem Nerven (*N*) verbundene Nervenzelle und keine mit der Nervenscheide verbundene

Bindegewebszelle ist, geht aus der Tatsache hervor, daß die Faser (*x*), die den Nerven (*n*) mit der Zelle (*1*) verbindet, auch einen Zweig abgibt, der sich nachher in zwei teilt und die Muskelfaser (*M.F*) innerviert, indem jeder Zweig die Muskelfaser entlang als eine wellige, gekörnte Linie läuft; auf der Abbildung sind noch verschiedene andre Muskelfasern mit ähnlicher Innervation dargestellt.

Es erscheint mir ganz klar, daß wir hier Nervenfasern vor uns haben, die in peripheren Zellen endigen.

Fig. 21 zeigt ein Methylenblaupräparat von *Tethys leporina*, auf dem wir dieselbe Art von Zellen sehen wie sie auf Taf. XVIII dargestellt sind. Die Kerne der peripheren Zellen sind tief gefärbt, während wir in den zarten Nerven nichts sehen, was wir als Kerne einer Nervenscheide auffassen könnten; eine Nervenscheide ist entweder, was sehr wahrscheinlich ist, hier überhaupt nicht vorhanden oder sie ist nicht gefärbt.

Fig. 20 zeigt einen Schnitt durch Gewebe von *Coryphella lineata*, der nach meiner Modifikation von Heidenhains Hämatoxylin gefärbt ist. Dieser zeigt zwei Arten von Nervenzellen. Es sind erstens Gruppen sensorischer Zellen (*S.C*) und dann die Zellen des peripheren Plexus (*P.C*) vorhanden. Die letztere Art von Zellen, deren nervöse Natur man allein bezweifeln könnte, stehen in Verbindung sowohl mit den Nerven als mit den sensorischen Zellen (*S.C*). Es ist ziemlich augenscheinlich, daß es die Nervenfasern sind, die sich in die peripheren Zellen fortsetzen, da wir die Plasmastruktur der Nerven eine kurze Strecke weit entlang den verbindenden Zweigen verfolgen können. Wenn man jedoch bedenkt, daß keine Spur von Kernen einer Nervenscheide in der Nähe der Gruppen sensorischer Zellen (*S.C*) vorhanden ist, und daß diese letzteren trotzdem mit den peripheren Zellen (*P.C*) verbunden sind, so kann kein Zweifel mehr darüber bestehen, daß auch diese (*P.C*) nervöser Natur sind.

Fig. 19 zeigt dieselben Elemente wie die vorhergehende Figur. Auch hier haben wir einen Nerven und sensorische Zellen, die beide mit peripheren Zellen in Verbindung stehen. Auch in dieser Abbildung sind keine Kerne vorhanden, die man als Kerne einer Nervenscheide ansprechen könnte.

Fig. 18 wurde auf dieselbe Weise erhalten, wie die vorhergehenden beiden. Ich habe sie gegeben, um die Elemente des Plexus zu zeigen.

Fig. 29 ist ein mit Apáthys Hämalaun gefärbter Schnitt. Dieser zeigt einige wenige der Elemente des peripheren Plexus von *Spurilla neapolitana*.

Diese Abbildungen sind nur einige aus der Masse herausgegriffene,

aber sie genügen nichtsdestoweniger, um zu zeigen, daß es in der Tat die Nervenfasern sind, die mit den peripheren Zellen in Verbindung stehen.

Das Vorhergehende habe ich geschrieben, als wenn ich annehme, daß die Endverzweigungen der Nerven immer noch Nervenscheiden haben könnten. Ich will nun zeigen, daß dem nicht so ist, und also noch einen andern Beweis bringen, daß der Plexus in der Tat nervöser Natur ist, da er ja mit den scheidenlosen Enden dieser Nerven in Verbindung steht.

Die Nerven sind in eine Scheide eingeschlossen von einer Struktur, die der der Kapsel des Centralnervensystems ähnlich ist. Bei den größeren Nerven kann man zwei Arten ven Kernen unterscheiden: zuerst kleine, längliche, etwas abgeplattete und mehr oder weniger dicht an die Innenseite der Scheide angedrängte und dann andre, längliche, im Querschnitt runde und im Innern zwischen den Fasern liegende. Die ersten können wir als Scheidenkerne ansehen, während die andern dieselben Elemente zu sein scheinen, die wir schon (im Neuropil) mit Apáthys Nervenzellenkernen verglichen haben.

Die Scheidenkerne werden gegen die peripheren Endigungen der Nerven immer weniger und weniger zahlreich und sind schließlich überhaupt nicht mehr zu finden. Da der periphere Plexus meistens im Zusammenhang mit den Endigungen der Nerven steht, die, nach dem obigen, keine Scheiden haben (Fig. 28 zeigt die Enden eines Nerven, an dem keine Spur von Scheidenkernen zu sehen ist), so ist es ganz klar, daß kein Zweifel mehr über die nervöse Natur des peripheren Plexus bestehen kann.

Die Kerne im Innern der Nerven können, wenn wir uns den Endverzweigungen nähern, immer runder und größer werden. Fig. 18 zeigt Kerne, die noch die längliche Form zeigen, andere sind rund, aber immer noch klein, andre sind auch rund, aber bei weitem größer als der Rest. Fig. 28 zeigt ähnliche Kerne, nur daß hier alle viel größer sind und einer von ihnen die typische Form eines Ganglienzellenkernes besitzt.

Solche peripher gelegene, typische Ganglienzellen werden öfter im Verlauf gewisser Nerven angetroffen, als in dem gewisser andrer: so kann z. B. der Penisnerv eine große Anzahl dieser Ganglienzellen besitzen. Am allerhäufigsten sind sie in den feinen Anastomosen der Pleural- und Pedalnerven in der Körperwand an der Basis der Cerata zu treffen. Fig. 28, die eine solche Pleuropedalanastomose darstellt, zeigt, daß der periphere Plexus mit den großen ganglienzellähnlichen Elementen in Verbindung steht: daß er also nervöser Natur ist.

Wenn keine solche typischen Ganglienzellkerne gefunden worden wären, so könnte man noch immer die nervöse Natur des peripheren Plexus bezweifeln und behaupten, er stände mit Glia- oder Bindegewebszellen in Verbindung, die innerhalb der Nerven zwischen den Fasern lägen. Da jedoch solche Ganglienzellkerne, wie auch zahlreiche Übergangsformen zwischen ihnen und den andern, kleinen, länglichen Kernen vorhanden sind, so würde ein solcher Zweifel nicht gerechtfertigt sein.

Obgleich ich jetzt bewiesen habe, daß die Nervenscheiden peripher nicht mit dem Cellularplexus in Verbindung stehen und wir also sicher sein können, einen Nervenplexus vor uns zu haben, so muß ich doch sagen, daß die Kapsel des Centralnervensystems, die sich in die Nervenscheiden fortsetzt, nicht scharf von dem Plexus abgesetzt ist. In der Tat scheinen die Elemente der Kapsel mit den Zellen des Plexus in Verbindung zu stehen. Hierdurch könnte man versucht sein, zu behaupten, daß der Plexus so nach allem mit der Scheide des Nervensystems in Verbindung stehe und aus Bindegewebszellen zusammengesetzt sei. Es würde jedoch ganz falsch sein, diesen Einspruch zu erheben, wenn man die Tatsache ins Auge faßt, daß der Plexus peripher mit den Nervenfasern in Verbindung steht. Ich würde die Ansicht für besser halten, daß sowohl die Kapsel des Nervensystems, als auch die Nervenscheiden nervöser Natur seien.

Auch nach der Art und Weise, wie sich das Centralnervensystem der Mollusken beim Embryo entwickelt, haben wir einigen Grund für die Annahme, daß ein solcher Plexus auch beim erwachsenen Tiere vorhanden ist.

Die Mehrzahl der hauptsächlichsten Ganglien wird nicht, wie gut bekannt ist, als solide, einwachsende Platten von Ectodermzellen entwickelt, sondern als lockere Proliferationen dieses Keimblattes. Henchman (21), die diesen Vorgang bei *Limax* untersuchte, bildet die verzweigten Elemente dieser Proliferationen als miteinander verbunden ab, d. h. die Proliferationen bilden schließlich ein lockeres Netzwerk.

Wenn wir uns nun vorstellen, daß nicht alle Zellen dieses embryonalen Plexus sich höher differenzieren und in das Centralnervensystem mit seinen Nerven eingeschlossen werden, so haben wir in jenem Teile des undifferenzierten embryonalen Plexus, der außerhalb liegen bleibt, den peripheren Plexus des erwachsenen Tieres fertig ausgebildet vor uns.

Die Elemente dieses Plexus sind sehr verschiedenartig, wie man

aus den Abbildungen ersehen kann, doch niemals ähneln sie Ganglienzellen. Sie sind einmal kleine, drei- oder viereckige Zellen mit sehr langen, sparsam verzweigten Fortsätzen (Taf. XVIII); andre haben auch verhältnismäßig sehr lange Fortsätze, aber diese sind mehr verzweigt (Fig. 29); endlich gibt es noch andre, und das sind die zahlreichsten und ähneln am meisten Bindegewebselementen, mit zahlreichen, ziemlich kurzen Zweigen, die mit denen der benachbarten Zellen verbunden sind (Fig. 18).

An dieser Stelle muß ich noch eigentümliche doppeltbipolare Ganglienzellen erwähnen, die ich bei *Rizzolia peregrina* gefunden habe. Die Fig. 31 ist nach einem Methylenblaupräparat gezeichnet und zeigt sehr schön, daß die vier Fortsätze einer jeden Zelle in das Nervennetz übergehen. Nur in einem Präparat habe ich solche Zellen gesehen, und hier liegen sie in zwei Gruppen anscheinend auf dem Penis.

Bethe (22) ist der Meinung, daß zwei mehr oder weniger unabhängige Plexus vorhanden seien: ein intramuskularer und ein subepithelialer; die sensorischen Zellen können mit beiden verbunden sein, und jeder ist ebenso mit dem andern verbunden. Ich vermag den Nutzen einer solchen Unterscheidung nicht herauszufinden und finde, daß der subepitheliale Plexus nur ein kompakterer Teil des intramuskularen ist, ähnlich dem, der die Lumina der kleineren Arterien umgibt. Die Gruppen von sensorischen Ganglienzellen, wie aus der Fig. 20 ersehen werden kann, sind nach innen zu mit dem Intramuskularplexus verbunden; nach außen (peripher) senden die sensorischen Zellen Zweige in den subepithelialen Plexus aus, der eine sehr feine Membran direkt unter dem Epithel darstellt.

Ich habe zwei Arten reizaufnehmender Zellen gesehen; die gewöhnlichste Form hat sehr zahlreiche lange Cilien und liegt immer direkt über einer Gruppe von sensorischen Zellen. Die andre Art habe ich sehr selten gefunden; sie trägt eine einzelne, kurze dicke Borste, die anscheinend während der Fixierung sehr leicht verloren geht, da nur sehr wenige von ihnen bemerkt werden.

Wie die Gruppen von sensorischen Zellen oder der Subepithelialplexus mit diesen reizaufnehmenden Zellen verbunden sind, kann ich nicht sagen.

Ich habe schon auseinander gesetzt, daß die Kapsel des Centralnervensystems und mit ihr die Nervenscheiden aller Wahrscheinlichkeit nach nervöser Natur seien, da die Kapsel nicht scharf von dem nervösen Plexus abgesetzt ist; und da auch in andern Teilen der Äolidier keine dem Bindegewebe ähnlichen Zellen vorhanden sind, die nicht

mit dem peripheren Plexus in Verbindung stehen, so können wir behaupten, daß bei diesen Tieren überhaupt kein Bindegewebe entwickelt ist.

Wenn nun die Kapsel des Centralnervensystems nervöser Natur ist, als was haben wir dann die Zellen jener Kerne anzusehen, von denen ich schon erwähnt habe, daß sie in großer Zahl in dem Netzwerk zwischen den Ganglienzellen der Tritoniaden liegen?

Diese Zellen, wenn wir annehmen, daß sie von derselben Natur sind, wie diejenigen Zellen der Pulmonaten, welche zwischen deren Ganglienzellen und sogar im Protoplasma der letzteren gefunden werden, werden gewöhnlich Gliazellen genannt. Dieser Ausdruck wird jedoch in bezug auf Wirbellose sehr verschiedenartig gebraucht für Zellen unbekannten Ursprunges, die zwischen dem Nervengewebe liegen und wenigstens in einigen Fällen mit den Zellen der Centralnervensystemkapsel in Verbindung stehen.

Wenn wir nun annehmen, die Kapsel sei nervösen Ursprunges, und ich habe gezeigt, daß das sehr wahrscheinlich ist, so müssen wir die »Gliazellen« der Tritoniaden, ja sogar vielleicht aller Mollusken, als nervöse Elemente betrachten.

Innervation der Muskelfasern.

Was die großen Muskelzellen anbelangt, so ist es möglich gewesen, ganz klare Verbindungen zwischen dem Plasma der Muskeln und dem peripheren Plexus aufzufinden. Ich gebe zwei solche Figuren; auf der einen (27 *B*) sehen wir nur einen einzigen Zweig, während auf der andern (27 *A*) deren mehrere vorhanden sind. Für die Darstellung dieser Tatsachen ist jedoch die Anwendung von Methylenblaufärbung nicht recht geeignet. Beide Figuren gelten für *Coryphella lineata*.

Bei den langen dünnen Muskelfasern von *Tethys leporina* sah ich mit Hilfe einer Parakarminfärbung die Innervation, wie sie schon oben beschrieben wurde (Taf. XVIII). Einigermaßen ähnlich ist ein Methylenblaupräparat, das auf Fig. 23 dargestellt ist.

Mit Ausnahme der zuletzt genannten Fasern (sehr lange dünne) sieht man die Muskelfasern immer mit einem lockeren Netzwerk bedeckt, das, wie meine Eisenhämatoxylinmethode zeigt, mit dem peripheren Plexus in Verbindung steht (Fig. 28). Daß dieses Netzwerk auf den Muskelfasern nervöser Natur ist, wird ferner auch noch durch Methylenblaupräparate bestätigt. Die Fig. 22, 24, 25, 26, 30 zeigen dieses Netzwerk mit den für Nervenfasern typischen Varicositäten

oder Endplättchen. Fig. 24 zeigt auch, daß verschiedene Nervenfasern zu dem Netzwerk auf einer Muskelzelle gehen können.

Wir haben also zwei verschiedene Arten von Innervationen für die Muskeln: 1) eine protoplasmatische Verbindung des Muskelplasmas mit den Zellen des peripheren Plexus und 2) ein Netzwerk von verzweigten Nervenfasern auf der Oberfläche der Muskeln.

Das erstere habe ich nur bei großen Muskelzellen gesehen, denn man kann nicht erwarten, es zu sehen, wenn die Muskeln nur ganz wenig Plasma besitzen, da dann die Verbindungszweige außerordentlich zart sein würden. Die zweite Art der Innervation kann überall gesehen werden.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

A. Circulationssystem.

1) In keiner Arterie, Vene oder Lacune ist von mir ein eigentliches Epithel gefunden worden. Alle diese Gefäße werden von einer aus stark verästelten Zellen zusammengesetzten Membran ausgekleidet (Fig. 9).

2) Bei den Aeolididae ergießen sowohl die vordere als auch die hintere Arterie ihr Blut in die sogenannte »Körperhöhle« (Alder und Hancock); von hier geht das Blut entweder durch Öffnungen an den Pleuralvenen (Taf. XVI, Fig. 3 *x*) oder durch die Cerata in das Herz zurück. Das Herz enthält somit gemischtes Blut.

Bei den Tritoniaden dagegen ist der Kreislauf ein doppelter. Nur die vordere Arterie ergießt ihr Blut in die »Körperhöhle«; von hier wird es durch über und unter dem Pharynx gelegene Öffnungen an den Pleural- und Pedalvenen direkt in das Herz zurückgeleitet (Taf. XVI, Fig. 1 u. 2); die hintere Arterie aber führt in den Lebersinus, und ihr Blut muß auf seinem Rückwege die Cerata durchlaufen; diese haben besondere zu- und abführende Venen. Das Herz enthält wieder gemischtes Blut.

3) Die Cerata sind spezialisierte Atmungsorgane, wofür bei den Tritoniaden die Anordnung der Gefäße spricht, sowie bei den Aeolididae die Entwicklung von accessorischen Herzen.

4) An der Basis der zuführenden Kiemenvenen befinden sich bei den Tritoniaden Blutdrüsen (Taf. XVI, Fig. 1 *B.D*).

B. Nervensystem.

1) Die Intercerebralcommissur ist bei vielen Arten ganz klar aus drei Bündeln von Nervenfasern zusammengesetzt (Taf. XVII, Fig. 15).

Eine Parapedalcommissur ist überall vorhanden; sie enthält Pedal-

und wahrscheinlich auch Cerebralfasern. Ich habe bei keinem der von mir untersuchten Tiere eine Subcerebralcommissur im Sinne Pelseneers gefunden. Bei allen untersuchten Aeolididae enthält die Visceralcommissur ein kleines Ganglion, das bekanntlich den Tritoniaden fehlt.

2) Das Cerebroidganglion gibt sechs bzw. sieben Nerven ab: fünf bzw. sechs von seinem cerebralen und einen (*Pl. 2*) von seinem hinteren pleuralen Teile. Ein Nerv (*Pl. 1*) entspringt von der Pleuropedalcommissur; zwischen diesem und dem Rhinophornerven (*C. 1*) besteht konstant eine zarte, lange Verbindung (äußere Commissur), die Nerven an die Cerebralnerven und an die Kopfhaut abgibt.

Aus dem Pedalganglion gehen bei den Aeolididae drei, bei den Tritoniadae vier Nerven hervor.

Für Innervationsgebiete sämtlicher Nerven verweise ich auf S. 387 u. f.

3) Aus der Visceralcommissur gehen immer, außer Nerven zu den Genitalorganen, auch Nerven zu einem Darmplexus (sympathisches System) und zu den Pallealorganen hervor. Diese Nerven können ihren Ursprung entweder gemeinsam oder getrennt an ein bis drei Stellen nehmen. Es ist also nirgends zutreffend, den (oder die) Visceralnerven schlechtweg als Genitalnerven zu bezeichnen.

4) Die Geschlechtsorgane werden von Visceral- und einem Pedalnerven innerviert. Die ersteren gehen zu den Lappen der Zwitterdrüse, während der letztere zum Penisganglion verläuft. Es ist sehr wahrscheinlich, daß der Plexus auf der Zwitterdrüse mit dem auf dem Penis liegenden verbunden ist.

5) Der oder die Visceralnervenenden enden in einem Visceralplexus am Darm. Dieser ist anderseits mit zwei Gastroösophagealganglien verbunden, die wieder mit den Buccalganglien zusammenhängen (Taf. XVII, Fig. 14).

6) Es ist ein Nerv vorhanden, der aus der Visceralcommissur hervorgeht und in seiner Verteilung (Herz, Enddarm, anliegende Haut) einem Mantelnerven entspricht, so daß es auch hierdurch wahrscheinwird, daß die Äolidier sich aus manteltragenden Gastropoden entwickelt haben.

7) Das Cerebroidganglion zeigt in seinem Hauptganglienlager keine Grenze zwischen dem cerebralen und pleuralen Anteil. Es konnten aber (*Calma*) die Bezirke, aus denen die Nerven entspringen, festgestellt werden (Taf. XVII, Fig. 17).

8) Diese Nerven können in ihren Ursprungsbündeln durch das

Ganglion verfolgt werden (*Calma*). Es ergibt sich, daß jeder Nerv aus mehreren Bündeln zusammenfließt, die nur zum kleineren Teil im Glanglion derselben Seite ihre Wurzel (Ganglionzellen) haben; vielmehr meist aus der Intercerebralcommissur und den Pedalconnectiven stammen.

9) Insbesondere ist der Cerebralnerv (*C. 2*) ganz (oder fast ganz) aus von den Cerebropedal- und Pleuropedalconnectiven abzweigenden Bündeln gebildet. Es fehlt ihm ein Bündel aus Cerebroidganglionzellen.

10) Alle Pedalnerven enthalten Pleural-, Pedal- und wahrscheinlich auch Cerebralfasern.

11) Die Cerata von *Tritonia* und *Marionia* sind vollständig pleural innerviert, während die der Äolidier sowohl von Pleural- als auch von Pedalnerven innerviert werden; außerdem bekommen die Hepatocerata noch Nerven vom Darmplexus.

Phylogenetische Schlüsse auf die Homologie der Cerata auf Grund deren Innervation sind nicht möglich, da diese verschieden ist bei den Tritoniaden und Äolidiern, ja sogar verschieden innerhalb der ersteren Gruppe. Es scheint vielmehr, daß die Innervation physiologisch zu erklären sei, weil die Genera (*Tritonia*, *Marionia*) mit nicht muskulösen Cerata eine vollständig pleurale Innervation dieser Organe haben, während bei den Genera mit muskulösen Cerata eine steigende Muskulosität dieser Organe Hand in Hand geht mit einer steigenden pedalen Innervation.

12) Die Nerven (außer dem akustischen und optischen) sind gemischter Natur und sind an der Peripherie mit einem Nervenplexus verbunden, der aus kleinen, stark verästelten Zellen zusammengesetzt ist; daß dieser Plexus nervöser Natur ist, geht daraus hervor, daß er sowohl innerviert wird, als auch selbst Muskeln innerviert (Taf. XVIII, Fig. 27 *A* u. *B*).

13) Das Neuropil läßt sich restlos in eine Anzahl Bündel auflösen; auch innerhalb dieser Bündel findet sich kein Netzwerk.

14) Jede Ganglienzelle hat einen großen, dicken Neuriten und wahrscheinlich zahlreiche Dendrite. Es ist ein perinucleares Netzwerk von Neurofibrillen vorhanden, aus denen Fibrillen zur Peripherie und dann einander parallel zu den Neuriten gehen.

15) Die Muskelfasern werden auf zweierlei Weise innerviert; entweder das Plasma der Muskelzelle (nicht deren Hülle: Taf. XVIII, Fig. 27) steht in direktem Zusammenhang mit den Zellen des Plexus, oder die ganze Muskelfaser ist von einem Geflecht von Nervenfasern

umsponnen. Überall auf der Muskelfaser liegen sogenannte »Endplättchen«, die aber keineswegs terminale Gebilde sondern vielmehr alle durch das Geflecht verbunden sind.

Halle, im Januar 1910.

Literaturverzeichnis.

1. v. Ihering, Anatomie und Phylogenie der Mollusken. 1877.
2. MacFarland, The Opisthobranchiate Mollusca of the Brauner-Agassiz. Expedition to Brazil. 1909.
3. P. Pelseneer, Mém. Cour. et Mém. des Savants Etrangers. T. LIII. Quatrième Fascicule. 1894.
4. R. Bergh, Beiträge zur Kenntnis der Äolidiaden. V. Verh. der k. k. Zool. bot. Ges. in Wien 1877.
5. — Idem. VII. Verh. der k. k. Zool. bot. Ges. in Wien. 1882. S. 31. Taf. VI, Fig. 12.
6. — Die kladohepatischen Nudibranchier in Spengels Zool. Jahrb. Abt. System. Vol. V. 1891.
7. Trinchese, Aeolidiadae e famigli affini. 1880.
8. Vayssière, Supplement in Annales du Musée de Marseille. 1903. T. VIII.
9. Alder and Hancock, Monogr. of the British Nudibranchiate Mollusca. 1855.
10. Meisenheimer, Pteropoda der Valdivia-Expedition 1905.
11. Herdman and Clubb, Quart. Journ. of Microscop. Science. 1892.
12. Vayssière, Annales du Musée de Marseille. Zool. 6. 1901.
13. Jordan, Leistungen des Nervensystems der Mollusken. Biol. Centralblatt. Bd. XXVI. S. 124—128.
14. Vesichelli, Phyllirhoë bucephala. Mitteilungen aus der Zool. Stat. zu Neapel. Bd. XVIII.
15. Herdman, Quart. Journ. of Microscop. Science. Vol. XXXI. 1890.
16. E. Hecht, Contributions à l'étude des Nudibranches. Mém. Soc. Zool. France. T. VIII. 1895.
17. Retzius, Biologische Untersuch. Neue Folge. Bd. IX. 1900.
18. Gilchrist, Notes on the minute structure of the nervous system of Mollusca. Journ. Linn. soc. London. Vol. XXVI.
19. Apáthy, Das leitende Element des Nervensystems usw. Mitt. Zool. Stat. Neapel. Bd. XII. 1897.
20. Lacaze-Duthiers, Les ganglions dits palléaux et le stomato-gastrique de quelques Gastropodes. Arch. Zool. expér. (3) T. VI.
21. Henchman, The origin and development of the central nervous system of Limax maximus. Bull. Mus. comp. Zool. Cambridge. Vol. XX.
22. Bethe, Anatomie und Physiologie des Nervensystems. 1903.
23. F. B. Hofman, Gibt es in der Muskulatur der Mollusken Nervennetze usw.? Teil I. Cephalopoden. Archiv Gesamt. Physiol. Bd. CXVIII. 1907.
24. O. u. K. Hertwig, Nervensystem und Sinnesorgane der Medusen. 1875.
25. Lang, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. 1900. Mollusca. S. 219.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI.

Fig. 1. Schema der Blutgefäße von *Tritonia plebeia*, von der linken Seite gesehen; die Pleural- und Pedalvenen der rechten Seite sind nicht eingezeichnet.

Fig. 2. Dasselbe von oben.

Fig. 3. Schema der Blutgefäße von *Facelina drummondi*.

Fig. 4. Dasselbe von *Coryphella lineata*. *V*, Herzkammer; *A.A*, vordere Arterie; *G.S*, Genital-, *P.P*, Penis-, *Pe.A*, Pedal-, *Ph.A*, Pharyngeal-, *R.A*, Radula-, *O.A*, Mundarterie; *P.A*, hintere Arterie; *H.A*, Zweige der hinteren Arterie nach der Zwitterdrüse und dem Darm; *A*, Vorhof; *Pl.V*, Pleural-, *P.V*, Pedal-, *C*, zu- und abführende Kiemenvenen; *B.D*, Blutdrüse; *H.S*, Leber-, *G.S*, Genital-, *R.S*, Rhinophorsinus; *B.C*, Körperhöhle; *E*, Enddarm; *H.G*, Zwitterdrüse; *x*, Öffnungen zwischen der Körperhöhle und den Pleural- und Pedalvenen

Fig. 5. Centralnervensystem von *Coryphella lineata*. *C.1—4*, Cerebral-, *Pl.1—2*, Pleural-, *P.1—3*, Pedalnerven; *O*, optischer, *A*, akustischer Nerv; *V.C*, Visceral-, *C.P.C*, Cerebropedal-, *Pl.P.C*, Pleuropedal-, *P.C*, Pedal-, *P.P.C*, Parapedalcommissur; *A.C*, äußere Commissur; *Z*, Penisnerv.

Fig. 6. Querschnitt durch den vorderen Teil von *Coryphella lineata*. *A.A*, vordere Arterie; *B.C*, Körperhöhle; *B.W*, Körperwand; *E.P*, Epidermis; *G.S*, Genitalsinus; *Pen*, Penis; *Pen.G*, Penisganglion; *S.G*, Schleimdrüse.

Fig. 7. Querschnitt durch den hinteren Teil von *Tritonia plebeia*. *A.B*, und *E.B*, zu- und abführende Kiemenvenen; *B.D*, Blutdrüse; *H.G*, Zwitterdrüse; *L*, Leberlappen; *N*, Niere; *W*, äußere Wand der Lebersinus.

Fig. 8. Querschnitt durch den Pharynx von *Rizzolia peregrina*. *A.A*, vordere Arterie; *O*, Öffnungen in den Sinus (*S*); *Oe*, Oesophagus; *P.M*, Retractormuskeln des Pharynx.

Fig. 9. Flächenansicht der Membran einer Arterie von *Coryphella lineata*.

Fig. 10. Längsschnitt durch die Basis eines Ceras, um ein accessorisches Herz (*A.H*) zu zeigen. *E.P*, Epidermis; *E.B*, abführende Kiemenvene; *C.N*, ein Cerasnerv; *N*, Nierenkappen.

Tafel XVII.

Fig. 11. Flächenansicht der Membran, die den Genitalsinus umschließt; rechts sieht man Muskelfaserquerschnitte.

Fig. 12. Cerebroidganglion von *Rizzolia peregrina*.

Fig. 13. Centralnervensystem von *Tritonia plebeia*.

Fig. 14. Centralnervensystem von *Favorinus albus*. Bezeichnungen für Fig. 12, 13, 14 wie für Fig. 5; Näheres im Text. Fig. 12 ist speziell für die äußere Commissur und Fig. 14 für das sympathische System gegeben.

Fig. 15. Querschnitt durch das Cerebroidganglion von *Favorinus albus*, um die abgegrenzten Bündel des Neuropils zu zeigen. Bezeichnungen wie in Fig. 17.

Fig. 16. Schnitte durch Ganglionzellen von *Janus cristatus*. *A*, Zelle mit einem Dendriten, welcher dem Neuriten einer andern Zelle anliegt. *B*, Schnitt

so geführt, daß die Kernmembran gerade nicht getroffen ist. Er zeigt das perinucleare Maschenwerk und die daraus hervorgehenden Neurofibrillen. *C*, Schnitt durch einen Neuriten, um die bandförmigen Bündel von Neurofibrillen zu zeigen.

Fig. 17. Dorsalansicht des Cerebroidganglions von *Calma cavolini* (rekonstruiert). Die Ganglionzellengruppen sind viel zu klein gezeichnet. Erläuterungen im Text. *P.P.*, wahrscheinliche Cerebropleuralcommissur.

Tafel XVIII.

Fig. 18, 19, 20, 27, 28. Gewebe von *Coryphella lineata* (Eisenhämatoxylin).

Fig. 21, 24, 26. Gewebe von *Tethys leporina*; in Fig. 26 sieht man eine Muskelfaser mit einem Nervengeflecht und die »Endplättchen« daran.

Fig. 29. Gewebe von *Spurilla neapolitana* (Hämalaun).

Fig. 22, 23, 25, 30. Muskelinnervationen von *Calma cavolini*.

Fig. 31. Bipolare Ganglionzellen auf dem Penis (?) von *Rizzolia peregrina*.

Tafel XIX.

Fig. 32. Gewebe von *Tethys leporina* (Parakarmin).

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.